

L'INTERVENTION DES
SAPEURS - POMPIERS
LORS DES FEUX
EN VOLUME CLOS
OU SEMI - OUVERTS

SOMMAIRE

1. PREAMBULE	10
2. LEXIQUE DES TERMES ET DES SIGLES UTILISES	12
2.1. LES TERMES	12
2.2. LES SIGLES	15
3. LES TEMOIGNAGES ET RETOURS D'EXPERIENCE	19
3.1. ETATS – UNIS : « FLASH - OVER : TEMOIGNAGE PERSONNEL »	19
3.2. ETATS – UNIS : HISTOIRE VECUE	21
3.3. ETATS – UNIS : FLASH - OVER MORTEL	23
3.4. ANGLETERRE : UN VOYAGE EN ENFER	25
3.5. ETATS – UNIS : EXPLOSION DE FUMEEES	27
3.6. FRANCE : EXPLOSION DE FUMEEES SUIVIE DE FEU	29
3.7. COUP DE Foudre A CHATEL-GUYON (63) – exemple de « typologie floue ».	31
3.8. Témoignage ALLO 18 – René Dosne : à paraître	33
4. LES NOTIONS TECHNIQUES ESSENTIELLES	35
4.1. LE FEU ET LA COMBUSTION	35
4.1.1. La combustion	35
4.1.1.1. Définition	35
4.1.1.2. Les types de combustion	38
4.1.1.3. La zone d'inflammabilité (flamme de pré mélange uniquement)	38
4.1.1.4. Les flammes	41
4.1.1.5. Les feux couvants	43
4.1.1.6. Les fumées : un vrai danger	45
4.1.2. La chaleur et ses modes de propagation	48
4.1.2.1. La chaleur, l'énergie et la température	48
4.1.2.2. Les modes de transfert de la chaleur	50
4.1.2.3. La répartition quantitative des différents modes	56
4.1.3. Les effets de l'eau	57
4.2. INFLUENCE DES STRUCTURES BATIMENTAIRES	62
4.2.1. Le comportement au feu des structures	62
4.2.2. Les principes actuels de construction et l'incendie	63
4.2.2.1. Introduction	63
4.2.2.2. La résistance mécanique	63
4.2.2.3. Les pertes thermiques	63
4.2.2.4. Les matériaux	66
4.2.3. Les circulations d'air et la ventilation	66
4.2.4. Les autres aspects	68
4.2.4.1. L'isolation phonique	68
4.2.4.2. La lutte contre l'effraction	69
4.2.5. Conclusion : une maison est un réservoir de chaleur	69
4.3. LE POTENTIEL CALORIFIQUE	70
4.4. LA CHARGE CALORIFIQUE AU M ²	71
4.5. LES TRANSFERTS DE CHALEUR DANS UN FEU DE STRUCTURE	71

4.5.1.	La définition du problème spécifique des feux de bâtiment	71
4.5.2.	Les modèles de zones	72
4.5.3.	La ventilation	75
5.	LES PHENOMENES DANGEREUX	82
5.1.	INTRODUCTION	82
5.1.1.	L'enveloppe	82
5.1.2.	Les éléments nécessaires à la combustion	82
5.1.2.1.	Les radicaux libres	82
5.1.2.2.	Le combustible	82
5.1.2.3.	L'énergie et l'air	83
5.2.	L'EMBRASEMENT GENERALISE ECLAIR ou "FLASH - OVER"	84
5.2.1.	Description du phénomène	84
5.2.1.1.	La phase de démarrage	84
5.2.1.2.	La phase de croissance	85
5.2.1.3.	Le ciel gazeux	88
5.2.1.4.	La dynamique du système	90
5.2.2.	Les scénarios types	91
5.2.3.	Les signaux d'alarme	93
5.2.4.	Les actions tactiques à mener par les Sapeurs-Pompiers	95
5.2.4.1.	1 ^{ère} REGLE : Neutraliser le potentiel calorifique	95
5.2.4.2.	2 ^{ème} REGLE : Employer des techniques de ventilation.	98
5.2.5.	CAS MAJEUR : L'EMBRASEMENT GENERALISE ECLAIR (FLASH - OVER) SE PRODUIT.	99
5.2.5.1.	1 ^{er} cas : la sortie est possible :	99
5.2.5.2.	2 ^{ème} cas : la sortie est impossible :	99
5.3.	L'EXPLOSION DE FUMÉES ou « BACKDRAFT »	100
5.3.1.	Description du phénomène	100
5.3.1.1.	Le développement initialement limité de l'incendie	100
5.3.1.2.	La dynamique du système	101
5.3.2.	Le scénario type	102
5.3.3.	Les signes d'alarme	103
5.3.4.	Les actions tactiques à mener par les Sapeurs-Pompiers	104
5.3.4.1.	Méthode de base	104
5.3.4.2.	Méthode dégradée (pas d'ouvertures réalisables)	105
5.3.4.3.	Méthode ultime (aucune possibilité de réaliser un exutoire ou une trouée)	106
5.4.	SYNTHESE	107
5.4.1.	Comparaison des deux phénomènes	107
5.4.2.	Apparition des phénomènes dans le temps et dans l'espace	108
6.	LES CONDUITES A TENIR POUR LES INTERVENANTS ET L'ENCADREMENT	111
6.1.	LES CONCEPTS DE SECURITE, DE SURETE ET DE PROTECTION	111
6.1.1.	La protection individuelle	114
6.1.2.	La protection collective	114
6.1.3.	La gestion opérationnelle des intervenants	115
6.1.3.1.	La gestion des accès	115
6.1.3.2.	La gestion opérationnelle	116
6.1.4.	Le binôme de sécurité	116
6.1.5.	L'itinéraire de repli et l'itinéraire de secours	117
6.1.6.	Les risques conventionnels	117
6.1.6.1.	Les énergies	117
6.1.6.2.	Les fluides	118
6.1.6.3.	Les effondrements	118
6.1.7.	La permanence des transmissions	119
6.2.	LA SITUATION INITIALE	119
6.2.1.	L'analyse de l'environnement	119

6.2.2.	L'analyse du bâtiment	120
6.2.3.	La lecture du feu	120
6.3.	LES RECONNAISSANCES	121
6.3.1.	La reconnaissance extérieure	121
6.3.2.	La reconnaissance intérieure	121
6.3.2.1.	Les règles de bases dans les progressions intérieures	122
6.3.2.2.	La méthodologie d'emploi des binômes	122
6.3.2.3.	La répartition opérationnelle des volumes	122
6.3.3.	La vérification finale	123
6.4.	LES PERSONNELS ET MOYENS A ENGAGER	124
6.4.1.	Les personnels à engager	124
6.4.1.1.	Les sauvetages et la prise en compte des victimes	124
6.4.1.2.	L'attaque	124
6.4.1.3.	La protection collective	124
6.4.1.4.	La ventilation	125
6.4.1.5.	L'alimentation	125
6.4.1.6.	Le commandement	125
6.4.1.7.	L'éclairage	126
6.4.2.	La prise en compte de la charge opérationnelle des personnels	126
6.4.3.	L'estimation des moyens à engager	127
6.5.	SYNOPTIQUE DE LA METHODE D'INTERVENTION	127
6.6.	TABLEAU RECAPITULATIF	129
7.	LES EQUIPEMENTS ET MATERIELS D'INTERVENTION	131
7.1.	LES EQUIPEMENTS DE PROTECTION INDIVIDUELLE	131
7.1.1.	L'environnement institutionnel	131
7.1.2.	La tenue d'intervention	132
7.1.3.	Les gants d'intervention	132
7.1.4.	La cagoule de protection	132
7.1.5.	Le casque de feu	133
7.1.6.	Le ceinturon d'intervention et la longe de maintien au travail	133
7.1.7.	Les chaussures de protection	133
7.1.8.	Le gilet de signalisation haute visibilité	133
7.2.	LES EQUIPEMENTS COMPLEMENTAIRES D'INTERVENTION	134
7.2.1.	Le détecteur d'immobilité et le capteur de température	134
7.2.2.	Les commandes, lignes guides et liaisons personnelles	135
7.2.3.	Le badge individuel d'identification (Modèle étranger à expérimenter)	135
7.2.4.	L'éclairage individuel	136
7.2.5.	L'éclairage collectif	136
7.2.6.	Les échelles à main et les moyens élévateurs aériens	137
7.2.5.1.	Les échelles à main	137
7.2.5.2.	Les Moyens Elévateurs Aériens (M.E.A.)	137
7.2.7.	Les lances traditionnelles et multi - débits	138
7.2.8.	Les moyens de ventilation	139
7.2.9.	Les moyens de pénétration : gaffes, haches, hachettes, outils de forçement...	140
7.2.10.	Les caméras et détecteurs thermiques	140
7.2.11.	Les détecteurs toximètres (CO) et EX	141
7.2.12.	Les outils d'aide à la gestion opérationnelle	142
7.2.13.	Les matériels divers	142
7.3.	LA PREVENTION ET LA GESTION DES CONTRAINTES LIEES A LA PROTECTION VESTIMENTAIRE DES SAPEURS-POMPIERS	143
7.3.1.	Introduction	143
7.3.2.	La conception des vêtements	143
7.3.3.	Les contraintes physiologiques	144
7.3.4.	Formation et information des Sapeurs - Pompiers	144
7.3.5.	La gestion « Pré - Intervention » ou préventive	145

7.3.6.	La gestion pendant l'opération	145
7.3.7.	La gestion « Post - Opération »	146
8.	LES LANCES A DIFFUSEUR MIXTE FIXE ET DIFFUSEUR MIXTE REGLABLE	149
8.1.	LES PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT	149
8.1.1.	Les lances conventionnelles à Diffuseur Mixte Fixe (D.M.F.)	149
8.1.2.	Les lances à Diffuseur Mixte Réglable (D.M.R.)	150
8.2.	L'UTILISATION OPERATIONNELLE	150
8.2.1.	L'intérêt technique des lances à Diffuseur Mixte Réglable	150
8.2.2.	Le jet diffusé d'attaque	151
8.2.3.	Le jet diffusé de protection	151
8.2.4.	L'attaque massive	152
8.2.5.	Les options tactiques sur opérations	152
9.	LA VENTILATION TACTIQUE	155
9.1.	LES 3 REGLES DE BASE	156
9.1.1.	La reconnaissance des tenants et des aboutissants	156
9.1.2.	Les deux ouvertures minimum à disposition	156
9.1.3.	La gestion du vent dominant	156
9.2.	LES DIFFERENTS PRINCIPES DE VENTILATION	157
9.2.1.	La Ventilation Naturelle	157
9.2.2.	La Ventilation Forcée	158
9.3.	LES DIFFERENTES METHODES DE VENTILATION	159
9.3.1.	La Ventilation Horizontale	159
9.3.2.	La Ventilation Verticale	160
9.4.	LES DIFFERENTES TECHNIQUES DE VENTILATION	161
9.4.1.	La Ventilation par Dépression	162
9.4.2.	La Ventilation par Pression Positive	163
9.5.	LES DIFFERENTES TACTIQUES DE VENTILATION	164
9.5.1.	La Ventilation Défensive	165
9.5.2.	La Ventilation Offensive	166
9.6.	RECAPITULATIF DE LA VENTILATION TACTIQUE	168
9.7.	LA VENTILATION TACTIQUE ET LE COMMANDEMENT DES OPERATIONS DE SECOURS : AVERTISSEMENTS	169
10.	LES AVERTISSEMENTS ET MISES EN GARDE	171
10.1.	LA « TYPOLOGIE FLOUE »	171
10.2.	LA CONJUGAISON DES PHENOMENES D'EMBRASEMENT GENERALISE ECLAIR (FLASH - OVER) ET D'EXPLOSION DE FUMÉES (BACKDRAFT)	171
10.2.1.	Le cas des locaux voisins ou gigognes	171
10.2.2.	Les graphiques de survenue des phénomènes	172
11.	LA FORMATION DES INTERVENANTS	174
11.1.	LES PERSONNELS DEBUTANTS	174
11.2.	LES PERSONNELS EN SERVICE	174
11.3.	LES MOYENS PEDAGOGIQUES	175
11.3.1.	Le simulateur électro-acoustique de foyer d'incendie	175
11.3.2.	Le circuit d'entraînement	176
11.3.3.	La production de fumées froides	176
11.3.4.	La production de fumées chaudes	176

11.3.4.1.	La préparation « maison »	176
11.3.4.2.	La solution « industrielle »	177
11.3.5.	Les autres outils et moyens pédagogiques	177
11.4.	LES MOYENS PEDAGOGIQUES GRANDEUR REELLE	178
11.4.1.	Les 10 consignes impératives	178
11.4.2.	Les solutions d'instruction sur feu réel	179
11.4.2.1.	Les différents systèmes	179
11.4.2.2.	Le traitement des déchets et des effluents	182
11.4.2.3.	Les aspects réglementaires	183
11.4.3.	La Suède, pays précurseur	183
11.4.4.	Les écoles et centres d'entraînement européens	186
12.	CAS ECOLE ISSU DE RETOURS D'EXPERIENCE	190
12.1.	FEU DE MAISON D'HABITATION ISOLEE DE LA 2^{ème} FAMILLE	190
12.1.1.	Evaluation de la situation initiale	191
12.1.1.1.	L'analyse de l'environnement (zone d'intervention)	191
12.1.1.2.	L'analyse du bâtiment	193
12.1.1.3.	La lecture du feu	195
12.1.2.	L'analyse des risques et bilan des moyens humains et matériels disponibles	195
12.1.2.1.	L'analyse des risques	195
12.1.2.2.	Le bilan des intervenants sapeurs-pompiers disponibles	196
12.1.2.3.	Le bilan des matériels sapeurs-pompiers disponibles	196
12.1.3.	Les idées de manœuvre	196
12.1.3.1.	La protection individuelle et collective des intervenants	197
12.1.3.2.	La reconnaissance initiale	197
12.1.3.3.	La reconnaissance complémentaire et sauvetages sous A.R.I.	198
12.1.3.4.	L'alimentation des établissements et des engins en eau	199
12.1.3.5.	La ventilation des volumes intérieurs sinistrés sous A.R.I.	199
12.1.3.6.	Les transmissions et demande de renforts	200
12.1.3.7.	Les risques de propagation	200
12.1.3.8.	Les autres services publics ou privés, les élus, les médias	201
12.1.3.9.	La protection des biens	201
12.1.3.10.	La reconnaissance finale et investigations	202
12.1.3.11.	Le reconditionnement et la remise en état	204
12.2.	L'ANALYSE ET LES COMMENTAIRES	204
12.2.1.	Les erreurs les plus fréquemment commises	204
12.2.2.	La conduite dirigée de l'Embrassement Généralisé Eclair (Flash - over)	206
13.	LES SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES	212
13.1.	LA BIBLIOGRAPHIE GENERALE	212
13.2.	LA BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE 4	214
13.3.	LES AUTEURS (A compléter)	216
13.4.	LES RELECTEURS	216
13.5.	LES REMERCIEMENTS (A compléter)	216
14.	ANNEXES	220
14.1.	L'ASPECT MEDICAL DES ACCIDENTS THERMIQUES	220
14.1.1.	LE SOUTIEN SANITAIRE ET L'ACTION DU S.S.S.M.	220
14.1.2.	L'EXCESSIVE TOXICITE DES FUMÉES D'INCENDIE	220
14.1.3.	LES RISQUES DE BRULURES	223
14.1.4.	LE STRESS THERMIQUE	223
14.1.5.	LA GESTION PSYCHOLOGIQUE POST-ACCIDENTELLE	223
14.2.	LA PEDAGOGIE PAR OBJECTIFS	226
14.2.1.	Les objectifs de la formation à la prévention et à la lutte contre les Accidents Thermiques	226

GRUPE DE TRAVAIL - « *ACCIDENTS THERMIQUES* »

14.2.2.	L'objectif général	227
14.2.3.	Les différents objectifs intermédiaires	228
14.2.4.	LES DOCUMENTS D'EVALUATION	236
14.2.4.1.	Le test de niveau de l'auditoire	236
14.2.4.2.	Le Questionnaire à Choix Multiples (Q.C.M.) – Les Questions à Réponses Ouvertes et Courtes (Q.R.O.C.).	240
14.2.4.3.	Le corrigé type pour Q.C.M. et Q.R.O.C.	242
14.2.4.4.	L'évaluation finale	245

AVANT – PROPOS

A la différence de nombreux phénomènes de société tendant à ce que la France suive les évolutions sociales, techniques ou culturelles d'origine anglo-saxonne par simple effet de mode, plusieurs accidents survenus récemment en intervention conduisent à la nécessaire adaptation de nos techniques de lutte face aux feux en volumes clos ou semi-ouverts.

Bien connus des intervenants d'outre Atlantique depuis de nombreuses décennies, ces phénomènes thermiques à présent identifiés en Europe, font l'objet d'une formation adaptée, enseignée dans de très nombreuses écoles du feu étrangères.

Pour les sapeurs-pompiers français confrontés à ces phénomènes thermiques, l'extrême dangerosité souvent mortelle des risques encourus conditionne :

- la possession de connaissances théoriques et pratiques adaptées,
- le besoin vital d'évolution dans le domaine de la Marche Générale des Opérations (M.G.O.) traditionnelle jusqu'à présent enseignée (chronologiquement) à tous les sapeurs-pompiers,
- la nécessaire adaptation de nos techniques, matériels de lutte, équipements de protection individuelle et méthodes de formation,
- la plus extrême vigilance de tous les acteurs de terrain, à chaque étape de l'intervention.

Un certain nombre de paramètres tels que l'utilisation croissante de matériaux de synthèse tant dans la construction que dans notre vie quotidienne ainsi que l'amélioration de l'isolation des locaux à usage d'habitation et professionnel influent très sensiblement sur la manière dont les feux se développent en volume clos ou semi ouverts.

C'est ainsi qu'un petit feu peut très rapidement atteindre le stade où l'ensemble des matériaux contenus dans la pièce distillent des gaz de pyrolyse sous l'effet de la chaleur conduisant soit à l'embrasement généralisé du volume si celui-ci est partiellement ouvert soit s'il est fermé, à une accumulation considérable de gaz combustibles pouvant évoluer vers un feu d'allure explosive lors de l'introduction du comburant manquant.

Ces phénomènes que les anglo-saxons dénomment « flash-over » et « backdraft » induisent un nombre de risques conséquents pour les sapeurs-pompiers, selon le stade et le lieu auxquels se situera leur intervention.

La différence entre les deux phénomènes peut-être difficile à cerner, une situation de « backdraft » peut évoluer en « flash-over », tandis qu'un feu « respirant » mal peut avoir pour conséquence une violente explosion de fumées dans le volume concerné par le sinistre ou dans les locaux adjacents.

Il apparaît donc particulièrement important d'apporter aux personnels des services d'incendie tous les éléments leur permettant d'apprécier les risques encourus et de connaître les conduites à tenir spécifiques à chaque situation ainsi que les moyens à mettre en œuvre.

L'objet du document est de formuler des définitions et descriptions aussi précises que possible des différents phénomènes et d'apporter le maximum d'éléments de réponses aux sapeurs-pompiers par rapport à des applications opérationnelles.

On donnera ainsi les définitions suivantes pour désigner les phénomènes abordés :

- **BACKDRAFT ou EXPLOSION DE FUMÉES** : déflagration de gaz surchauffés présents dans la couche de fumées se produisant lors de l'apport d'oxygène dans un volume mal ventilé et présentant un déficit en comburant dû à la combustion.
- **FLASH-OVER ou EMBRASEMENT GÉNÉRALISÉ ECLAIR** : passage brusque à l'état de combustion généralisé en surface de l'ensemble des matériaux combustibles dans un espace fermé.

1. PREAMBULE

Le sapeur-pompier se doit d'intégrer en permanence l'évolution de son environnement. Tout changement doit être repéré, analysé afin de prendre en compte les nouveaux risques avec une approche méthodique, une volonté de recherche de solutions adaptées.

Ceci permet de faire face et d'élaborer une formation adéquate, de se doter d'équipements de protection individuelle ainsi que des matériels de lutte à la hauteur des avancées technologiques et des besoins opérationnels.

Ce guide du formateur relatif aux feux en volumes clos ou semi-ouverts, s'inscrit dans ce cadre général et en particulier dans celui du Schéma National de Formation.

Ce document complète le Guide National de Référence par une approche non exhaustive des points suivants :

- retours d'expériences,
- équipements et matériels,
- techniques d'emploi,
- aspects médicaux,
- outils pédagogiques,
- cas écoles, ...

PEDAGOGIE PAR OBJECTIF

LEXIQUE DES TERMES ET DES SIGLES UTILISES

Chapitre 2

A la fin de la lecture de ce chapitre, vous devrez être capable de :

SAVOIR

- **Comprendre** avec précision la signification d'un terme (ou d'un groupe de termes) lié aux feux en espace clos ou semi-ouverts.
- **Mémoriser** la signification de chaque lettre d'un sigle utilisé pour ces types de feux par la profession.

Afin de :

SAVOIR FAIRE

- **Lire** toutes les définitions en distinguant bien ce que chaque terme précise sans risque de confusion.
- **Employer** les sigles sans ambiguïté et préconiser leur emploi avec justesse.

Pour :

SAVOIR ETRE

- **Expliquer et faire admettre** à ses interlocuteurs la justesse des différents langages à employer dans le cadre de cette formation.

2. LEXIQUE DES TERMES ET DES SIGLES UTILISES

2.1. LES TERMES

AERAUQUE : science qui étudie l'écoulement naturel de l'air et des gaz dans les conduits.

ATTAQUE DU FOYER : projection d'eau (dopée ou non), en jet diffusé d'attaque, directement sur les éléments en combustion.

ATTAQUE DES FUMÉES : projection d'eau (dopée ou non), en jet diffusé d'attaque, en direction de la masse de fumées chaudes située en partie haute du volume.

BACKDRAFT ou Explosion de Fumées (E.F.) : déflagration de gaz surchauffés présents dans la couche de fumées, se produisant lors de l'apport d'oxygène dans un volume mal ventilé et présentant un déficit en comburant dû à la combustion (Cf. N.F.P.A.).

CHALEUR : forme d'énergie, mesurée en Joule.

COMBURANT : c'est un corps dont la nature chimique et la présence permettent à un corps de brûler.

COMBUSTIBLE * : corps susceptible de brûler.

COMBUSTION * : réaction exothermique d'un corps avec un comburant, généralement accompagnée d'une émission de flammes et / ou d'incandescence et / ou de fumées.

CONDUCTION : transfert de chaleur s'effectuant par l'intermédiaire de matières solides ; le transfert s'effectuant du chaud vers le froid.

CONVECTION : transfert de chaleur s'effectuant de bas en haut, par l'intermédiaire de gaz et de liquides, par vagues ou courants. La fumée chaude est un bon exemple de la convection.

EMBRASEMENT * : passage à l'état de **combustion** généralisée d'un ensemble de matériaux combustibles au cours d'un incendie.

EMBRASEMENT GENERALISE ECLAIR ou Flash - over * : passage brusque à l'état de combustion généralisée en surface de l'ensemble des matériaux combustibles dans un espace fermé.

EXPLOSION * : réaction brusque d'oxydation ou de décomposition entraînant une élévation de température, de pression ou les deux simultanément.

EXPLOSION DE FUMÉES (Backdraft) : déflagration de gaz surchauffés présents dans la couche de fumées, se produisant lors de l'apport d'oxygène dans un volume mal ventilé et présentant un déficit en comburant dû à la combustion (Cf. N.F.P.A.).

FEU * : combustion caractérisée par une émission de chaleur accompagnée de fumées ou de flammes ou des deux.

FEU EN ESPACE CLOS : sinistre dont le comportement est, ou peut encore, être influencé par la structure dans laquelle il se développe.

FEU LIBRE : sinistre dont le développement n'est pas ou plus influencée par le contenant.

FLAMME * : zone de combustion en phase gazeuse émettant de la chaleur et de la lumière.

FLAMME DE DIFFUSION : flamme où les réactifs gazeux ne sont pas mélangés avant d'arriver dans la zone de combustion (exemple : la bougie).

FLAMME DE PREMELANGE : flamme où les réactifs gazeux sont mélangés avant d'arriver dans la zone de combustion (exemple : le chalumeau).

FLASH - OVER * ou Embrasement Généralisé Éclair (E.G.E.) : passage brusque à l'état de combustion généralisée en surface de l'ensemble des matériaux combustibles dans un espace fermé.

FUMEE * : ensemble visible de particules solides et / ou liquides en suspension dans les gaz, résultant d'une combustion ou d'une pyrolyse.

GRADIENT : taux de variation d'une grandeur. En ce qui nous concerne, il s'agit de la concentration des fumées en suies en fonction de la distance par rapport au foyer ou la variation de température des fumées en fonction de la hauteur dans la pièce.

GAZ DE COMBUSTION : gaz résultant d'une combustion tel que dioxyde de carbone, monoxyde de carbone, vapeur d'eau, ainsi que d'autres gaz liés à la nature des matériaux impliqués dans la combustion (cyanure d'hydrogène, chlorure d'hydrogène, oxyde nitreux, hydrocarbures, etc.). Les gaz de combustion contiennent souvent des gaz combustibles imbrûlés.

JET DIFFUSE D'ATTAQUE : jet diffusé de lance, à eau dopée ou non, dont le cône forme un angle de 15° environ.

JET DIFFUSE DE PROTECTION : jet de lance dont le cône est ouvert à son angle maximal afin de créer un écran de protection pour le porte - lance.

INCANDESCENCE * : émission de lumière produite par un corps chauffé intensément. Elle peut se produire avec ou sans combustion.

INCENDIE * : combustion rapide qui se développe sans contrôle dans le temps et l'espace.

INDICATEUR D'EXPLORATION : dispositif ou accessoire codifié permettant de renseigner tout intervenant sur l'état d'avancement de la reconnaissance dans un volume concerné.

INERTAGE : action de modifier les concentrations de combustible et de comburant en envoyant un gaz ininflammable (vapeur d'eau, azote, (CO₂), etc.) dans le milieu gazeux de manière à ramener la concentration en combustible en dessous de la L.I.E. (ou L.I.I.).

LIMITE INFERIEURE D'INFLAMMABILITE (L.I.I.) ou D'EXPLOSIVITE (L.I.E.) : concentration minimale en volume (exprimée en %) du combustible dans le mélange au-dessus de laquelle celui-ci peut-être enflammé,

LIMITE SUPERIEURE D'INFLAMMABILITE (L.S.I.) ou D'EXPLOSIVITE (L.S.E.) : concentration maximale en volume (exprimée en %) du combustible dans le mélange au-dessous de laquelle celui-ci peut être enflammé.

MELANGE IDEAL : mélange de combustible et d'air, dont la combustion ne produit quasiment pas d'imbrûlés et dégage la plus forte température ainsi que la réaction la plus violente.

MELANGE STOECHIOMETRIQUE : voir Mélange Idéal.

METHODE OFFENSIVE : pratique opérationnelle consistant à traiter le sinistre depuis l'intérieur du volume par attaque du foyer ou attaque des fumées.

METHODE DEFENSIVE : pratique opérationnelle consistant à traiter le sinistre depuis l'extérieur du volume de manière à limiter son extension.

NORMAL METRE CUBE (Nm³) : quantité de gaz qui remplit 1m³ lorsque les conditions de pression et de température sont normales, c'est-à-dire 1 bar et 0°C.

POINT D'AUTO-INFLAMMATION : température à laquelle un combustible en présence de comburant s'enflamme spontanément sans apport extérieur de chaleur

POINT DE FEU * : température (°C) minimale à laquelle un liquide, soumis à une petite flamme appliquée à sa surface, dans des conditions d'essais spécifiées, s'allume et continue à brûler pendant une période prescrite.

POINT ECLAIR * : température (°C) minimale à laquelle, dans des conditions d'essais spécifiées, une substance dégage une quantité suffisante de gaz inflammables pour s'enflammer momentanément au contact d'une source d'allumage.

PYROLYSE * : décomposition chimique irréversible d'un matériau, produite par une élévation de température sans réaction avec l'oxygène.

ROLL - OVER : langue et / ou rouleau de flammes apparaissant en partie haute du volume, dans le ciel gazeux et / ou la couche stratifiée de fumées, sans lien avec le foyer d'origine.

SUIES * : particules charbonneuses finement divisées, produites et /ou déposées au cours de la combustion complète ou incomplète de matériaux organiques.

STOECHIOMETRIE : étude des rapports dans lesquels interviennent les quantités de matière des espèces participant à une réaction chimique donnée.

TEMPERATURE : mesure de la chaleur d'un corps.

VENTILATION HORIZONTALE : technique de production d'un courant d'air qui consiste à avoir, au même niveau que le foyer, le point de soufflage en partie basse et le point d'extraction en partie haute du volume sinistré.

VENTILATION VERTICALE : technique de production d'un courant d'air qui consiste à avoir à un ou plusieurs niveaux différents du foyer, le point de soufflage en partie basse du bâtiment et le point d'extraction en partie haute du volume ou du bâtiment sinistré.

* : définitions issues de la norme NF X 65-020

2.2. LES SIGLES

A.D.F.	Antidéflagrant
A.R.I.	Appareil Respiratoire Isolant
A.R.I.C.F.	Appareil Respiratoire Isolant à Circuit Fermé
A.R.I.C.O.	Appareil Respiratoire Isolant à Circuit Ouvert
B.L.E.V.E	Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion
C.A.T.	Conduite A Tenir
C.C.H.	Code de la Construction et de l'Habitation
C.C.T.P.	Cahier des Clauses Techniques Particulières
C.E.	Communauté Européenne
C.E.I.	Commission Electronique Internationale
C.E.N.	Comité Européen de Normalisation
C.I.R.(CO).S.C.	Centre Interrégional de COordination de la Sécurité Civile
CL.I.C.D.E.V.E.C.R.M.	CLassement - Implantation - Construction – Dégagements - Energies - VEntilation - Chauffage - Risques particuliers - Moyens de Secours
C.O.D.I.S.	Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours
C.O.S.	Commandant des Opérations de Secours
C.R.S.S.	Compte Rendu de Sorties de Secours
C.S.	Centre de Secours
C.S.T.B.	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
C.T.A.	Centre de Traitement de l'Alerte
D.M.F.	Diffuseur Mixte à débit Fixe
D.M.R.	Diffuseur Mixte à débit Réglable
D.N.	Diamètre Normalisé

D.T.A.	Différentes Tâches à Accomplir
E.D.F.	Electricité de France
E.F.	Explosion de Fumées
E.G.E.	Embrasement Généralisé Eclair
E.M.D.S.C.	Etat Major de Défense et de Sécurité Civiles
E.N.	Norme Européenne
E.P.S.A.	Echelle Pivotante Semi-Automatique
E.P.I.	Equipement de Protection Individuelle
E.R. (ou ETARE)	Etablissement Répertorié
E.R.P.	Etablissement Recevant du Public
EX	Explosimétrie
F.A.E.	Formation d'Adaptation à l'Emploi
F.C.	Formation Continue
F.I.A.	Formation Initiale d'Application
F.O.	Flash - over
F.P.T.	Fourgon Pompe Tonne
G.N.V.	Gaz Naturel Véhicule
G.P.L.	Gaz de Pétrole Liquéfié
I.D.L.H.	Immediately Dangerous to Life and Health
I.S.O.	International Organization for Standardization
J.D.A.	Jet Diffusé d'Attaque
J.D.P.	Jet Diffusé de Protection
L.D.V.	Lance à Débit Variable
L.D.T.	Lance du Dévidoir Tournant
L.I.I. (ou L.I.E.)	Limite Inférieure d'Inflammabilité
L.S.I. (ou L.S.E.)	Limite Supérieure d'Inflammabilité
M	E.R.P. de type magasin
M.E.A.	Moyen Elévateur Aérien
M.I.	Mélange Idéal
M.G.O.	Marche Générale des Opérations
M.R.T.	Méthode de Raisonnement Tactique
N	E.R.P. de type restaurant

N.d.R.	Note du Rédacteur
N.d.T.	Note du Traducteur
N.F.P.A.	National Fire Protection Association
O.C.T.	Ordre Complémentaire Transmissions
P.C.	Poste de Commandement
P.M.A.	Poste Médical Avancé
p.p.m.	partie par million
P.V.C.	Polychlorure de Vinyle
R.O.	Roll - over
R.S.D.	Règlement Sanitaire Départemental
S.D.A.C.R.	Schéma Départemental d'Analyse et de Couverture des Risques
S.D.I.S.	Service Départemental d'Incendie et de Secours
S.G.Z.D.S.C.	Secrétariat Général de Zone de Défense et de Sécurité Civiles
S.N.F.	Schéma National de Formation
S.P.	Sapeurs-Pompiers
S.S.S.M.	Service de Santé et de Secours Médical
T.O.O.T.E.M.	Toucher - Observer - Ouvrir - Tester - Engagement Minimum
U.E.	Union Européenne
V.F.	Ventilation Forcée
V.H.	Ventilation Horizontale
V.L.R.	Véhicule de Liaison Radio
V.M.C.	Ventilation Mécanique Contrôlée
V.N.	Ventilation Naturelle
V.D.	Ventilation par Dépression
V.E.	Ventilation par Ejection
V.P.P.	Ventilation par Pression Positive
V.V.	Ventilation Verticale

PEDAGOGIE PAR OBJECTIF

LES TEMOIGNAGES ET RETOURS D'EXPERIENCE

Chapitre 3

A la fin de la lecture de ce chapitre, vous devrez être capable de :

SAVOIR

- **Utiliser** les principaux retours d'expérience internationaux, mis à la disposition de la profession.

Afin de :

SAVOIR FAIRE

- **Conduire** grâce à ces exemples probants et vécus le changement des mentalités et des comportements chez les intervenants.

Pour :

SAVOIR ETRE

- **Prendre conscience et faire prendre conscience**, au travers de ces témoignages, que des accidents graves sur intervention peuvent être évités par une formation adaptée.

3. LES TEMOIGNAGES ET RETOURS D'EXPERIENCE

Les accidents thermiques existent, certains peuvent en témoigner : **lisez et réfléchissez**
!!!

3.1. ETATS – UNIS : « FLASH - OVER : TEMOIGNAGE PERSONNEL »

Récit extrait de la revue « *Fire Engineering* » - 08/1996

« Le 8 août 1995, le corps des sapeurs-pompiers de Buffalo (État de New York) reçoit un appel pour fumée importante dans le secteur du carrefour de l'avenue Fillmore et de la rue Sycamore, avec comme adresse possible pour l'intervention, le 866 rue Sycamore.

L'envoi de 3 engins pompes, 2 échelles, 1 véhicule de sauvetage et de l'Officier de Garde est décidé.

Les indications transmises par les requérants comme par les services de Police en ce qui concerne l'adresse de l'intervention sont erronées, ce qui retarde et désorganise les secours qui se présentent sur les lieux, au 866 avenue Fillmore, en ordre dispersé.

Mike LOMBARDO, Chef de Garde victime d'un embrasement généralisé éclair (Flash - over), témoigne.

La reconnaissance initiale

Mon engin, le F.P.T. 11 s'est présenté sur les lieux juste après le véhicule de l'Officier de Garde. Etant adjudant-chef, les policiers et les témoins se sont adressés à moi pour m'informer que des personnes étaient bloquées dans l'immeuble.

Ayant précédemment inspecté le bâtiment, je savais qu'il était composé exclusivement de studios et j'en informais le C.O.S.

En accédant au 1° étage, j'ai été confronté à une très épaisse fumée. Le feu intéressait 2 pièces ainsi que le couloir. Le F.P.T. 03 avait établi une lance dans le hall d'entrée.

Je me suis dirigé jusqu'au 2° étage, en compagnie du S/C Jim ZIEMER. La fumée était très épaisse et les conditions de chaleur modérées. Nous avons commencé les recherches dans les pièces donnant sur le couloir, Jim s'occupant des pièces situées sur la droite tandis que je m'occupais de celles situées sur la gauche.

Alors que je finissais les recherches dans la 2° pièce, nous nous sommes retrouvés dans le couloir. Je lui ai dit que la chaleur était importante sur ma gauche.

Comme j'entrais dans la 3° pièce, je regardais ma torche dont je discernais à peine le faisceau bien qu'il fût orienté vers mon visage. J'ai commencé l'exploration de la pièce : sur la droite se trouvait un lit. Après l'avoir longé, j'ai trouvé une fenêtre au dessus de la tête de lit. C'était une petite fenêtre, avec un petit carreau. Un peu plus loin, j'en ai trouvé une deuxième,

plus grande. Je n'ai ouvert aucune de ces fenêtres car je pressentais un embrasement. J'ai continué ma reconnaissance.

Pris dans l'Embrasement Généralisé Eclair (Flash - over).

Quand j'atteignis le coin de la pièce, il y eut un bruit grave et soufflant : whooosh !!! Cela ressemblait au bruit que fait le gaz lorsqu'il s'enflamme dans une chaudière. Le feu m'encercla... Il s'était généralisé à toute la pièce, du plafond au plancher.

En un instant j'ai pensé que ce devait être cela d'être « mort au feu ». Je chassais cette idée de mon esprit et commençais à ramper vers la porte. En arrivant au niveau du lit, j'ai continué vers le mur suivant en tournant. Je compris alors que je n'étais pas sorti de la pièce, mais qu'au contraire, j'étais entré dans une toute petite pièce, une sorte de cabinet de toilette.

Je suis ressorti et j'ai trouvé la porte. A ce moment là, j'ai appelé Jim. Il avait traversé le couloir et devait se trouver dans une pièce qui n'avait pas du s'embraser. Durant une fraction de seconde, le feu est sorti puis revenu en arrière. En l'espace d'une seconde ou deux, la pièce était de nouveau entièrement embrasée. A ce moment là, l'air que je respirais, en provenance de mon A.R.I., était devenu beaucoup plus chaud.

Dessin de la pièce extrait de la revue à reproduire

A ce moment, j'ai entendu les fenêtres exploser. En entendant ce bruit, j'ai compris dans quelle direction se trouvaient les escaliers. Le feu était à cet instant très violent dans le couloir. Alors que j'avais parcouru 2 ou 3 pieds (0,70 à 1 m), j'ai remarqué que le feu était au dessus de ma tête et non pas dans la pièce. J'ai continué vers les escaliers et rencontré le sapeur Tom SCHMELZINGER affecté à mon engin d'incendie. Nous avons continué ensemble la descente.

Au niveau du palier, une équipe venait à notre rencontre avec une lance. Je lui ai indiqué que Jim devait être à l'étage au-dessus. Ils se sont avancés dans le couloir et Jim est apparu à ce moment là. Tom m'a alors aidé à descendre et à sortir du bâtiment.

J'ai été victime de brûlures aux 2° et 3° degrés au niveau de mon visage, de ma tête et de mes oreilles. Mes mains et mes épaules étaient brûlées au 1° degré. Mon A.R.I. était cependant encore en état. Ma cagoule en Nomex®, partiellement ouverte sur le haut du visage, a été presque totalement détruite.

Certaines de mes plus sérieuses brûlures ont été localisées dans la zone ouverte de la cagoule et à la zone de jonction entre la cagoule et le masque de l'A.R.I. Le reste de mon équipement de protection était encore en assez bon état. Les bandes de signalisation et le marquage de ma tenue d'attaque étaient très endommagés, mais la tenue elle-même avait bien résisté.

Retour d'expérience et commentaires

J'ai beaucoup réfléchi à ce qu'il m'était arrivé et j'en ai tiré les enseignements suivants :

- je suis content de ne pas avoir ouvert les fenêtres. Cela a retardé l'embrasement de 2 ou 3 secondes en empêchant un apport massif d'oxygène,

- il y a une différence très importante entre approcher un feu et se trouver dedans. La chaleur et la douleur étaient atroces. Durant une seconde ou deux, le feu est sorti de la pièce. La différence de température que j'ai ressentie était impressionnante,
- une autre chose me travaille : avant que la pièce ne soit complètement embrasée, les conditions de chaleur étaient importantes, mais supportables. En comparaison, nous avons fait un feu dans une habitation la semaine précédente et la chaleur était beaucoup plus importante,
- des problèmes pour l'alimentation en eau existaient sur cette intervention. Nous n'avons pas été informé de ces difficultés et du retard dans la mise en eau des lances. Le feu s'est propagé par l'intermédiaire d'un vieux monte-charge. La cage du monte-charge était située dans la pièce du 2^o étage et l'embrasement généralisé éclair (Flash - over) s'est produit alors que j'étais à l'intérieur de celle-ci. L'alimentation en eau a été retardée, car le premier véhicule sur les lieux a été obligé de modifier sa position pour avoir accès à l'hydrant,
- je me suis demandé si la protection procurée par ma tenue ne m'avait pas « poussé » à aller plus avant dans le bâtiment que je n'aurais dû le faire. Je sais toutefois que mon équipement de protection m'a permis de m'en sortir vivant. Les renseignements, dont ceux émanant d'un policier, indiquaient qu'une personne était piégée dans l'immeuble et je savais que le bâtiment était du type « habitation ». Je pense que j'aurais poussé la reconnaissance aussi loin que ce que je l'ai fait avec ou sans un équipement de nouvelle génération,
- de plus, la chaleur avant l'embrasement était tout à fait supportable. Cependant, je crois que si j'avais eu une veste longue et des bottes hautes (ancienne tenue, N.d.T.), je n'aurais pas survécu,
- je songe également qu'il y a une liaison directe entre la douleur et la panique. Aussi mal que j'ai pu me sentir, je n'ai jamais perdu le contrôle de moi-même ni la volonté de m'en sortir. Cependant, si j'avais été brûlé aux jambes ou au torse, je ne sais pas si j'aurais pu garder la raison sans paniquer.

J'ai eu la chance de parvenir à sortir d'un embrasement généralisé éclair (Flash - over). D'après ce que j'ai pu en juger, il m'a fallu entre 15 et 25 secondes pour sortir du feu, c'est à dire de la pièce et du couloir. Cela représente une distance approximative de 5,50 mètres...»

N.d.R. : pas de mise en cause des E.P.I., ils lui ont sauvé la vie, mais nécessité de formation et de lecture du feu.

3.2. ETATS – UNIS : HISTOIRE VECUE

*Récit extrait du livre « **Safety and Survival on the Fireground** » de Vincent DUNN*

« *Départ pour feu d'habitation !* », crie le sapeur-pompier dans le hall du centre. « *Il y a le feu de l'autre côté de la rue* ».

Le chef de garde court en direction de la remise et demande : « *Qu'est-ce que c'est ?* » Le stationnaire lui montre l'homme venu alerter directement les sapeurs-pompiers.

"*Oui,*" dit celui-ci, "*venez vite, il y a le feu chez moi, au 2 avenue J.F. KENNEDY, appartement 16*".

Le chef de garde se retourne vers le sapeur-pompier et ordonne : "*Bon on y va ; sonne le départ*". L'engin pompe sort de la remise par ce chaud après-midi ensoleillé. A travers le pare-brise, le gradé aperçoit de la fumée sortant de l'encadrement d'une large baie vitrée située au dernier étage d'un immeuble d'habitation contiguë à des maisons conventionnelles. L'engin pompe s'arrête au niveau d'un hydrant : le chef de garde descend en terminant de mettre sa tenue de feu, son A.R.I. puis se dirige à l'adresse indiquée.

"*Commencez les établissements*" ordonne-t-il aux équipes manœuvrant à l'arrière du véhicule. Sur le trottoir, les familles du 3^{ème} niveau qui évacuent lui indiquent que le feu se situe au dernier étage. Il grimpe ensuite à vive allure les étages après avoir traversé un grand hall.

Sur le palier du dernier niveau, l'officier voit de la fumée sortir par bouffée d'une porte à demi ouverte, celle de l'appartement numéro 16. Il s'accroupit, pousse la porte pour l'ouvrir un peu plus : il sent l'odeur familière de peinture brûlée et observe le couloir du dernier étage. La fumée a envahi la moitié de la hauteur du couloir : le point le plus bas de l'encadrement d'une fenêtre est à peine visible.

Le chef de garde met son masque d'A.R.I., allume sa lampe et commence sa progression à quatre pattes dans le couloir de l'appartement sous la fumée. S'il pouvait faire une reconnaissance rapide, trouver la pièce précise en feu et l'isoler en la fermant avant qu'elle ne s'embrase, ceci pourrait avoir une action essentielle contre la propagation de l'incendie.

Comme le gradé avance dans l'appartement, il lève une main gantée dans la fumée et ressent d'avantage de chaleur qu'il ne l'escomptait. Rasant le mur porteur de droite dans le couloir, il continue en rampant et regarde sur sa gauche puis au plafond pour y repérer tout signe d'incandescence : la fumée noire continue de descendre en se stratifiant dans l'appartement. Le faisceau de sa lampe ne porte pas. "*Je ferais mieux de trouver la chambre rapidement...*", pense-t-il.

Heurtant un sofa puis le contournant, il reprend contact avec le mur sur sa droite. Désormais, il ne voit plus le bas de la fenêtre car la fumée a presque atteint le sol. Des flammèches rouges apparaissent sur sa gauche.

Se déplaçant rapidement au travers de la pièce, le chef de garde cherche la poignée de la porte, la pousse mais la poignée lui reste dans les mains. Avec une **main gantée**, il tente de la fermer mais déformée par la chaleur, elle ne se referme que très difficilement.

"*Je dois sortir rapidement*" se dit-il alors qu'une large bande de plastique chaud tombe sur son casque ; il est légèrement étourdi et se recule précipitamment pour éviter que le morceau de plastique en fusion ne tombe sur ses genoux.

Whoosh ! Une langue de feu jaillit de la porte jusque sur le masque de l'A.R.I. ; il tombe alors en arrière ; la chaleur qui écrase la pièce devient insupportable : "*La fenêtre ! Où est la fenêtre ?*"

Rampant sur le sol à travers la fumée noire et grasse, l'officier heurte quelque chose de la tête. En tâtonnant avec la main, il trouve un mur alors qu'il cherche une fenêtre.

"Calmons-nous, réfléchissons et restons lucides : je suis rentré dans la pièce pour ma recherche en tournant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre ; en tournant dans le sens des aiguilles, sens contraire par rapport à mon entrée, sur ma droite, je dois pouvoir retrouver mon chemin". Plaquant le sol pour éviter la chaleur ambiante au-dessus de lui, il avance de plusieurs mètres, écarte de son chemin une petite table, renverse une lampe de salon. Toujours une main en contact avec le mur, il sent le mur se dérober : la précieuse fenêtre !

Il se hisse sur l'encadrement de la fenêtre après avoir cassé les morceaux de vitre qui restent. Il quitte son masque pour appeler au secours et sent l'air chaud sur son visage noyé de sueur.

Regardant une dizaine de mètres en contrebas dans la rue, il aperçoit l'engin pompe et le conducteur qui s'affaire pour alimenter les établissements. *"J'espère que les établissements vont parvenir à maîtriser le feu car sinon j'aurai le choix entre sauter ou brûler"*. Il a du mal à se tenir à la fenêtre, gêné par les tourbillons de fumée.

"Eh !, Thomas", crie-t-il ; mais le conducteur lui tourne le dos et ne l'entend pas. Le bruit de la pompe empêche le son de sa voix d'être entendu. Puis le conducteur semble percevoir le 2^{ème} appel du chef de garde. Il voit alors son chef en mauvaise posture et indique qu'il lui envoie rapidement une échelle.

La chaleur qui sort en bouffées de la pièce devient encore plus forte. Il essaye de se stabiliser sur le rebord de la fenêtre et garde la tête la plus basse possible. *"Où est la lance, elle devrait être en action maintenant !"* En regardant dans la rue, la réponse est rapide ; une gerbe d'eau immense envahit la rue : **un tuyau vient d'éclater**.

Le vent change de sens et le chef de garde se retrouve piégé dans la fumée ; même en essayant de respirer l'air frais penché par la fenêtre, la fumée et les gaz l'entourent quand même. Il commence à être intoxiqué par cette fumée chaude et toxique.

Bien qu'il ferme les yeux, la fumée est toujours là. La chaleur dans son dos devient désormais quasi insupportable. Il bascule dans le vide, ne se retenant que par les mains ; il se demande combien de temps il tiendra. Il aperçoit un balcon métallique un peu plus bas mais il ne peut l'atteindre.

Heureusement, il entend l'échelle qui se dresse et rapidement elle est déployée. Le chef de garde est récupéré ; les flammes ont désormais envahi la pièce et sortent par la fenêtre. En descendant de l'échelle, il aperçoit sa veste d'intervention qui se consume : *"Je n'aurais guère pu tenir plus longtemps... »*

3.3. ETATS – UNIS : FLASH - OVER MORTEL

Michael SPALDING, Chef de Garde de l'Indianapolis Fire Department, se souvient et raconte sur Internet :

« Quand nous sommes arrivés, rien n'indiquait la présence du feu à l'intérieur du bâtiment. Nous étions une des premières équipes à pénétrer dans le bâtiment. On trouva une fumée très épaisse qui venait d'un gros conduit d'aération. Le chef nous envoya John et moi, ainsi que d'autres équipes, en reconnaissance dans les sous-sols. Au moment où nous sommes arrivés dans les sous-sols, il y avait une légère fumée, une température normale et pas de feu (...). Le feu fut découvert au troisième étage (...).

Nous arrivions au troisième étage et les nappes de fumées commençaient à descendre. La fumée était vraiment noire. Nous avançons dans la fumée en suivant les tuyaux des lances. Il y avait des équipes qui travaillaient là et nous pouvions les entendre. Il faisait chaud mais ce n'était pas intenable. Nous avons rencontré un autre sapeur-pompier, Woodie GELENIUS qui avait 20 ans d'expérience et qui savait ce qu'il faisait. Il n'avait plus de casque et était visiblement en détresse. Je le pris par le bras, le tirant vers le sol. Comme nous le ramenions, la fumée devint plus noire à tel point que ni ma frontale ni ma torche ne permettaient d'y voir.

Et puis, les conditions changèrent soudainement. Je n'avais jamais vu cela. J'ai combattu beaucoup de feux dans différentes sortes de bâtiments, avec toutes sortes de conditions et de combustibles. Je pensais que j'en avais déjà vu beaucoup. Je pensais que j'en avais vu suffisamment pour pouvoir faire face à tout ce qui pourrait arriver et que je pourrais m'occuper de mes hommes.

Mais comme je l'ai dit, tout a changé brusquement. Dans le noir, je pouvais voir des petites flammes danser autour de moi (début du phénomène de Roll - over : N.d.T). La chaleur était incroyable.

En ce temps là, j'étais l'un des nombreux sapeurs-pompiers qui ne portaient rien pour protéger les oreilles car nous pensions que nous pourrions juger de la température avec celles-ci. Et là, mes oreilles me disaient que c'était vraiment chaud. Je fus plaqué au sol et je pris ma radio pour appeler à l'aide. J'actionnais le bouton d'appel d'urgence car je sentais qu'on ne pourrait pas s'en sortir seul.

La chaleur du Flash - over était une fournaise et dans ces conditions, ce sont les instincts animaux qui reprennent le dessus. Quand je voyais des gens sauter par les fenêtres de plusieurs étages, je me demandais : à quelle sorte d'enfer pensaient-ils ? Maintenant je sais. La douleur et le sentiment d'être piégé sont tels que même du neuvième étage, j'aurais sauté.

J'étais au sol et je savais que nous devions partir. En tournant la tête, je n'ai vu ni John, ni Woodie, ni lance. Tout était noir avec de petites flammes oranges. J'ai rampé et je me suis retrouvé dans un corridor qui menait à une autre partie du bâtiment. J'ai continué à ramper essayant de sortir, de trouver un endroit plus frais où je pouvais survivre. Mais c'était sans espoir. Bien qu'en forme, je fus vidé de mon énergie rapidement. Je pus entendre les débris tomber tout autour de moi. Finalement le plafond s'effondra sur moi.

J'étais tellement brûlé que je ne l'appris que plus tard quand on me le raconta. Quand vous êtes confronté à ce niveau de chaleur, votre cerveau ne fonctionne plus très bien (...).

Durant le Flash - over, je suis passé par trois phases :

- J'ai prié Dieu pour qu'il me sorte de là, à n'importe quel prix, puis

- J'ai prié pour oublier, et enfin
- J'ai prié pour que Dieu prenne ma vie.

Par chance, un chef d'agrès vint avec son équipe et commença à attaquer le feu. Ils se dirigèrent en direction d'un son qui semblait humain, comme ils le décriront plus tard. Finalement, ils me trouvèrent. Mon masque avait fondu et mes vêtements étaient tellement brûlés qu'ils ne me reconnurent pas.

Il y eut d'autres sapeurs-pompiers blessés. Ils s'échappèrent par les escaliers et les échelles mobiles mise en place. Nous avons tous été pris par surprise.

John et Woodie sont morts. J'ai eu des brûlures au troisième degré sur les mains, les bras, les oreilles, le sommet de la tête, le visage et des brûlures au second degré assez étendues ».

3.4. ANGLETERRE : UN VOYAGE EN ENFER

Récit extrait du livre « The real blue watch » de Geoff TIBBALLS

« Le mercredi 18 novembre 1987 ne fait pas exception. Bien que l'heure de pointe soit passée, les souterrains (du métro – N.d.T.) tristes et humides sont encore bondés d'employés revenant du travail.

Neville EVE, employé des eaux de la Tamise, décide de rester au travail ce soir-là. A 18 heures, il téléphone à sa femme Sylvia seule avec ses 2 filles de 4 ans et 7 mois pour lui dire qu'il serait en retard pour dîner. Il pense quitter le travail pour attraper le métro de 19 heures 24 par King's Cross (...).

Une autre innocente victime de la tragédie est Marcello LIBERATI, 24 ans, de Bologne, étudiant en philosophie. Ses amis italiens s'étaient cotisés pour lui offrir le voyage jusqu'à Londres afin qu'il rejoigne sa fiancée, de façon à être réunis pour le 21^e anniversaire de Mariella SANTELLO (...). C'est en effet pure infortune car le couple n'a pas décidé de descendre à King's Cross. Ils y sont tout de même sortis et se retrouvent sur l'Escalator pour gagner la surface.

La première alerte est donnée à 19 heures 29 quand un voyageur qui change de correspondance sur l'Escalator de la ligne Picadilly remarque un foyer naissant sous une marche sur la partie haute à droite de l'Escalator. Il s'empresse de l'indiquer au guichet qui en avise immédiatement la salle de contrôle, mais la localisation est erronée : on a indiqué l'Escalator de la ligne Nord. Deux minutes plus tard, Judith DINGLEY, une productrice de la B.B.C. remarque elle aussi le feu en partie haute de l'Escalator : elle se précipite en bas en indiquant aux gens de ne pas monter, mais personne ne l'écoute.

Un passager signale de nouveau à l'employé de la billetterie qu'un feu se déclare sous l'escalator de Picadilly Line. Il observe à travers la vitre du guichet : *"Il ne semblait pas y avoir plus de fumée que précédemment"*, déclarera-t-il au juge plus tard, *"Je ne pensais pas que c'était sérieux, c'est pourquoi je n'ai pas quitté mon poste"*.

A 19 heures 32, comme de très nombreux passagers signalent l'incident, le P.C. Bebbington appelle la police pour l'**aviser du sinistre**. Les sapeurs-pompiers de Londres sont

immédiatement alertés. Compte tenu que la plus proche caserne est déjà engagée, 4 engins pompes et une échelle sont envoyés.

Alors que les engins convergent vers King's Cross, le chef de station entre dans le local sous l'Escalator n° 5 et voit de la fumée sous l'Escalator voisin, le n° 4. Il essaye d'attaquer les flammes avec un extincteur mais ne parvient pas à les maîtriser.

Les secours se présentent sur les lieux avec à leur tête les chefs de garde Roger BELL et Colin TOWSLEY ; ils descendent dans le hall de la billetterie et devant l'apparente importance du feu demandent 4 engins - pompe en renfort. Revenant dans le hall, le sous-officier OSBORNE reçoit l'ordre de faire établir avec du personnel sous protection respiratoire.

Roger BELL continue de descendre sur l'Escalator, passe le feu pour faire rebrousser chemin aux gens qui continuent de monter. Il déclarera lors de l'enquête :

"Il n'y avait pas beaucoup de chaleur à ce niveau ; les flammes ressemblaient simplement à celles d'un feu de cartons ; c'était ce que j'appellerais une combustion complète ; il y avait une grande quantité d'air qui l'alimentait largement et peu de fumées".

(...)

Les trains ne s'arrêtant plus dans les stations impliquées, une certaine panique s'empare des gens sans que les sapeurs-pompiers présents ne puissent la maîtriser.

Mark SILVER prend l'Escalator : *"Tout le monde criait, poussait et hurlait. Les gens essayaient de monter ; à mi-hauteur, la chaleur commença à augmenter ; je la sentais au niveau des jambes, et même à travers l'épaisseur de mon jean ; les flammes arrivaient, petites, aux alentours des marches de l'Escalator. Puis la fumée a noirci, l'air s'est réchauffé ; cela ressemblait à une odeur de feu de caoutchouc et de papiers gras ; au sommet de l'Escalator, le feu était vraiment là ; j'ai vu une personne avec les cheveux en feu ; les murs étaient terriblement chauds ; cela faisait comme si la fumée venait du plafond".*

Le feu apparemment banal tourne rapidement à la catastrophe. A 19 heures 45, trois minutes après l'arrivée des sapeurs-pompiers, il y a soudain un Flash - over mortel, propageant un front de flamme au travers du hall, avalant toute personne présente sur son passage.

Stephan ANSON, un comptable, pris dans le drame, raconte : *"Une minute avant, le feu semblait sous contrôle et alors Whoosh ! C'était comme une vague de flammes sous la fumée ; cela ressemblait à un jet de flamme qui grandissait puis se ramassait en boule de feu. Ce phénomène m'a fait tomber ; la boule de feu m'a chauffé la face et les mains ; mes mains prirent feu comme si elles fondaient devant mes yeux ; j'ai pu voir cette boule de feu courir le long du plafond ; je me suis recroquevillé sur moi-même ; j'ai senti ma propre peau cuire mais je devais essayer de secourir d'autres personnes ; pendant tout ce temps, il y avait au-dessus de ma tête à 1,2 m de hauteur un matelas de flammes tourbillonnant vers le bas ; pour éviter la chaleur, je me suis plaqué contre un mur, criant aux autres de faire de même et de se diriger ainsi vers la sortie ; je suis parvenu à un espace "sécurisé" à l'étage ; je ne parvenais pas à agripper les autres, la chaleur étant trop forte et leur peau trop brûlée, je suis ensuite parvenu à m'extirper de ce piège mortel".*

Le sapeur-pompier David FLANAGAN est renvoyé du quai d'où il se tient par son chef d'équipe et c'est au moment où il est dans le hall que le Flash - over a lieu : *"Le volume a été*

plongé dans l'obscurité complète ; la seule chose audible était les hurlements des gens ; nous n'avons pas eu le temps de capeler les A.R.I. ; nous devons fuir pour nous en sortir et nous avons couru le plus rapidement possible ; nous indiquions aux gens de nous suivre ; nous les sentions s'agripper à nous lorsque la respiration devenait difficile".

De même, le sapeur Joseph BOLAND a été stupéfait de la rapidité du Flash - over : *"Soudain, sans aucun signe d'alarme, le volume s'est rempli d'une chaleur très intense ; cela s'est passé tellement vite que nous n'avons pas eu le temps de capeler, les gens hurlaient. La visibilité était nulle à travers cette fumée noire et dense : j'ai vu une femme désorientée, comme totalement folle".*

(...)

Richard BATES qui s'est miraculeusement extirpé de la fournaise se rappelle : *"Au début, il y a eu comme un bruit de haut fourneau, puis les flammes se sont répandues le long du plafond comme si elles avaient été "tirées" par un canon ; il y a eu cette fumée suffocante, noire et si épaisse que vous aviez l'impression de pouvoir la prendre à pleines mains ; les gens étaient paralysés car désorientés".*

(...)

Un groupe d'ingénieurs entré dans le complexe par Saint Pancras à 19 heures 39 se souvient seulement d'avoir vu au travers des grilles, une fumée bleutée et blanche précédant un souffle de chaleur et de fumée marron très grasse.

(...)

Cette tragédie occasionna la mort de 31 victimes, 30 passagers dont le voyage s'arrêtera à King's Cross cette soirée là et d'un sapeur-pompier, l'Officier Colin TOWNLEY de la caserne de Soho. »

3.5. ETATS – UNIS : EXPLOSION DE FUMÉES

*Récit extrait du livre « **Safety and Survival on the Fireground** » de Vincent DUNN*

« Aux alentours de minuit, un fourgon et une échelle se présentent au nouveau centre commercial : de la fumée remplit la zone de parking en face d'une rangée de nouveaux magasins. Chacun d'entre eux mesure 6 mètres de large par 15 de profondeur environ ; deux autres magasins sont situés plus hauts dans la rue avec des zones de commerce de détail au premier étage et des bureaux au second. Toutes les vitrines des magasins sont protégées par de lourds rideaux roulants métalliques.

Une grande quantité de fumée sort de plusieurs magasins par le haut des vitrines.

Une demande de renforts est immédiatement transmise au Poste Central par le chef de garde : *"Je demande le 2^{ème} échelon prévu au plan E.R."*

Ordre est donné au fourgon d'établir une petite lance sur le devant des boutiques : l'engin s'alimente sur un poteau situé à proximité de la zone commerciale. L'échelle est mise en

station près des magasins les plus élevés, sous le vent ; son équipage cherche à localiser derrière quel rideau métallique peut bien se situer le foyer principal.

Devant un des rideaux métalliques, un film gris noir recouvre l'intérieur d'une grande vitrine.

"J'ai trouvé le feu ; il est là !", crie un sapeur-pompier en face de cette vitrine.

Les sapeurs-pompiers s'y regroupent et le chef de garde ordonne les actions suivantes : *"A l'aide de l'échelle à coulisse, contrôler le toit en terrasse du magasin. Je veux une personne sur l'arrière du magasin avec un poste radio portatif pour me dire si on peut ventiler. Attendre l'ordre pour exécuter. Le binôme restant force le portail métallique"*.

Les outils de pénétration ne mettent pas très longtemps à faire sauter les cadenas de fermeture.

Le sapeur équipé d'un portatif appelle le chef de garde pour lui indiquer qu'il n'y a pas de moyen de ventiler par l'arrière : c'est un solide mur de briques.

"Quand nous aurons complètement levé le rideau, nous ferons tomber la vitrine ; il faudra laisser le feu se développer car nous ne pouvons pas ventiler par l'arrière ou par le haut", déclare le chef de garde.

Sur le pas de la porte du magasin, la glace de la porte d'entrée se brise ; les éclats jonchent le sol ; de la fumée en rouleaux enveloppe alors les sapeurs-pompiers devant l'entrée ; elle est cependant très rapidement aspirée vers l'intérieur du magasin.

Soudain un grand bruit se fait entendre sur l'ensemble de la zone ; le chef de garde et les trois sapeurs-pompiers à proximité immédiate de la vitrine se retrouvent projetés au sol ; ils n'en croient pas leurs yeux : des morceaux entiers du rideau métallique viennent d'être arrachés et des débris de verre jonchent le sol jusqu'à une distance importante.

Les personnels situés plus au loin accourent pour reprendre l'établissement à terre et lutter contre le feu qui a envahi tout le magasin. En effet, les flammes s'échappent à travers un large trou béant dans le mur de briques.

"Je suis en vie", pense le chef de garde, *" mais quelle explosion !"*.

"Rassemblement immédiat de tout le personnel", hurle-t-il afin de recenser rapidement si personne n'a gravement été blessé. Plusieurs sapeurs blessés par des projections de verre saignent, cependant personne ne manque à l'appel : une ambulance est aussitôt demandée en soutien sanitaire.

A la fin de l'intervention, une fois la majeure partie des flammes abattues, la tension se relâche et un sapeur demande au chef de garde : *"Que s'est-il passé ? J'ai senti une onde de souffle !"*.

Le chef de garde le regarde, réfléchit un instant et lui confie sa première impression : *"C'était sans aucun doute une explosion de fumées ; on a eu une sacrée chance de ne pas y rester !"*.

3.6. FRANCE : EXPLOSION DE FUMÉES SUIVIE DE FEU

Article extrait de la revue *“Face au Risque”* de René DOSNE – N°354

« Le 15 février 1999, (...) il fait – 17°C en ce début de nuit. Alertés à 22 h 53, les pompiers, qui se présentent à 23 h 04, savent que l'opération sera délicate. Ils connaissent bien la salle et sa charpente. L'épaisse fumée qui s'échappe en façade entraîne une demande de renforts immédiate. « 23 h 08 : deux petites lances en manœuvre, demande un FPT (Fourgon Pompe Tonne), une échelle et un VSAB (Véhicule de Secours aux Asphyxiés et Blessés) en renfort ».

La salle est relativement peu enfumée au sol et la visibilité acceptable. Une brèche, d'où l'on voit des flammes, se distingue au plafond, en avant de la scène. Les lances sont braquées sur ce secteur quand, soudain, sous l'effet probable d'un backdraft (Explosion de Fumées), deux explosions successives entraînent la chute du faux - plafond de briques. Il est 23 h 10. A l'extérieur, le souffle bouscule ou jette au sol les sauveteurs et gendarmes les plus proches du bâtiment, alors qu'une soudaine boule de feu s'échappe par les portes de façade. Tout porte à croire que les deux hommes sont perdus mais ils seront retrouvés « sonnés » dans la cour latérale, près d'une sortie de secours par laquelle l'un aura traîné l'autre.

L'incendie s'active alors. La destruction du faux - plafond provoque l'embrasement de la charpente sur sa totalité. Le toit d'acier se gonfle et crève, libérant des flammes de plusieurs dizaines de mètres, illuminant le quartier et les toits couverts de neige. Trois VSAB, une échelle et un fourgon sont demandés. Les façades de deux bâtiments sont directement léchées par les flammes. La Gendarmerie procède à leur évacuation. Il s'agit de deux anciens hôtels de luxe transformés en résidences. Deux nouveaux fronts s'ouvrent à mesure que les renforts montent de la vallée. Dans la résidence Victoria, du XIX^{ème} siècle, les flammes pénètrent par les fenêtres et s'engouffrent dans les appartements à chaque étage, alors que la toiture s'enflamme et s'effondre. Elle ne tarde pas à entraîner les planchers intérieurs.

La lutte est conduite dans ce secteur à partir de l'escalier, des balcons, d'une échelle. La toiture de la Salle des fêtes s'effondre à son tour. Il n'existe alors plus de rempart entre le brasier et les immeubles voisins. Deux nouveaux axes de propagation apparaissent sur lesquels des moyens hydrauliques sont répartis à mesure que les renforts demandés se présentent au PC. C'est d'abord le Musée Alpin, situé au rez-de-chaussée d'une imposante résidence dont une salle jouxte l'incendie. Sur une quarantaine de toiles d'un célèbre peintre local, une vingtaine sera sauvée par les pompiers. Puis en façade, après avoir détruit les magasins latéraux et l'appartement du gardien, l'incendie s'étale dans la galerie commerciale en suivant les vides sous toitures.

Il est 1 h 34. Quatorze lances sont en manœuvre. (...). Bientôt, ce sont 7 grosses lances et 14 petites qui déversent près de 500 m³/h sur les différents fronts. Les 120 hommes, venus d'une dizaine de centres de secours, parviennent à circonscrire le feu à 5 h 07. Toutefois, la multitude des locaux et volumes à investir soigneusement entraîne des reprises de feu, notamment dans les niveaux supérieurs de la résidence Victoria.

Double explosion

L'explosion, survenue dans un volume clos et étanche est vraisemblablement le résultat d'une brutale inflammation de gaz chauds.

Alors que le feu couvant manque d'oxygène, la destruction de quelques mètres carrés de faux - plafond, ajoutée à la mise en œuvre d'une lance par la brèche, va créer un effet d'aspiration de la salle vers le comble, apportant une grande « inspiration » au feu ; la seconde explosion quasi simultanée, est peut-être due au soulèvement de poussières entraîné par la première explosion.

- En entrant dans la salle des fêtes enfumée les pompiers découvrent, près de la scène une brèche dans le plafond de staff.
- 2 portes sont ouvertes pour ventiler. 2 lances arrosent par le trou qui semble soudain avaler la fumée qui s'étalait sous le plafond.
- Un des porte-lances entend « un curieux bruit » d'aller et retour dans le comble... il crie à son camarade de sortir.
- Un officier passant devant l'entrée est attiré par un bruit d'aspiration, alors que la fumée reflue vers l'intérieur de l'édifice.
- Une double explosion se produit, accompagnée d'une brève boule de feu. Les pompiers manœuvrant dans la rue sont bousculés par le souffle.
- A l'intérieur, le faux - plafond s'est effondré sur les 2 pompiers. Blessés, l'un tire l'autre inanimé, vers une issue. Le bâtiment s'embrase.

A 6 h, le feu ne progresse plus. La protection des biens est engagée. Toute la matinée, l'extinction des foyers partiels se poursuivra, une caméra thermique devant être employée pour traquer les points chauds. Une dizaine de sauveteurs seront blessés à divers degrés, par explosion, brûlures, fumée, chutes.

L'origine du feu est indéterminée. Les recherches des experts établiront vraisemblablement comment l'incendie a pu se développer dans le comble placé sous détection et ce, en présence du gardien. Les pompiers ont été confrontés, en début d'intervention, à un phénomène rare : l'incendie qui siège dans le comble est visible par trois brèches dans le faux - plafond. La fumée stagnante s'y engouffre.

L'accès principal de la salle des fêtes et une sortie de secours latérale sont ouverts pour ventiler. Le jet d'une des deux lances manœuvrant par la brèche génère vraisemblablement un fort apport d'air. Soudain, une sorte de sifflement parcourt très rapidement le comble. L'un des pompiers crie à son camarade de sortir, mais le masque d'A.R.I. étouffe sa voix. Dehors, un officier passant devant le bâtiment entend un bruit d'aspiration qui détourne son attention. Brièvement, les dégagements de fumée cessent et deux explosions successives retentissent. Le faux - plafond de briques de 8 cm et de plâtre s'écroule sur les deux sauveteurs, assommant et ensevelissant partiellement l'un d'eux. L'autre, touché aux cervicales, le traînera jusqu'à la sortie latérale (tout juste réalisée sur demande de la commission de sécurité).

Encore une fois, le type de couverture particulièrement étanche rencontré en montagne aura aggravé l'incendie. Absence de désenfumage et toiture de tôle multicouche, aux éléments solidement sertis auront constitué un véritable couvercle étanche empêchant la sortie des gaz chauds qui attendent l'apport d'air de la lance pour aspirer celui de la salle. Les témoins ont vu le toit « gonfler » en son centre avant de se fendre en son faite, traduisant l'étanchéité et la cohérence de la couverture ! Ce mode de conception facilitera la propagation à la résidence contiguë et surtout, à la galerie commerciale, coiffée d'un faux comble non recoupé où les flammes circuleront avant de pouvoir percer. La très importante couche de neige aura, elle aussi, augmenté la résistance des toits à la chaleur. Le froid aura été, bien sûr, un facteur aggravant (-17°C).

Anomalie des systèmes sophistiqués des échelles, gel des tuyaux quand les lances sont malencontreusement fermées, conditions de circulation difficiles, chute des pompiers sur le sol gelé, etc. Enfin, les reconnaissances auront été entravées par de nombreux systèmes anti-intrusion, qu'il s'agisse des portes blindées des résidences de luxe ou des protections des magasins haut de gamme. Heureusement, l'important dispositif de lutte nécessaire a pu bénéficier d'un puissant réseau d'eau, aux poteaux d'incendie nombreux. »

3.7. COUP DE Foudre A CHATEL-GUYON (63) – exemple de « typologie floue ».

Un sapeur-pompier nous raconte :

“Mon bip sonne aux alentours de 13 h 00. La foudre était tombée plusieurs fois sur le bourg depuis 2 ou 3 heures et je pense "on va encore aller pomper des caves ...". Je me précipite dans les rues de Chatel pour rejoindre la caserne.

“Départ feu” me crie un camarade lorsque je pénètre dans le vestiaire. Rapidement changé, je grimpe dans le Fourgon Pompe Tonne et me retrouve désigné "Chef BAT" par le Chef d'Agrès.

Nous sommes partis pour feu d'habitation à CHATEL ; c'était entre midi et deux heures. Le CTA / CODIS 63 a activé le fourgon, l'Officier de Garde et une échelle en renfort. L'adresse n'est pas très loin de la caserne et notre arrivée sur les lieux est rapide. J'ai juste le temps de mettre l'ARI sur le dos et j'aide mon co-équipier à enfiler le sien. Le FPT se présente sur les lieux et le conducteur reçoit l'ordre du Chef d'Agrès de positionner l'engin à l'hydrant désigné. Nous dépassons l'adresse de l'intervention et à travers les vitres du FPT j'ai vu de la fumée grise qui sortait du toit, la maison est haute ; 1 étage et des combles.

Le Chef d'Agrès descend faire sa reconnaissance et revient très rapidement :

"Pour le BAT, Lance du Dévidoir Tournant en reconnaissance, personnels sous A.R.I. ; le conducteur alimente l'engin sur le poteau ". J'aperçois un peu plus la fumée grise qui sort du toit, nous ne voyons alors aucune flamme. Nous pénétrons au rez-de-chaussée et empruntons l'escalier assez raide de la maison, de style cosu.

Entre temps, le Chef d'Agrès demande au 2^{ème} binôme de prendre en charge le propriétaire qui s'est intoxiqué en tentant de lutter contre le sinistre.

Le Chef d'Agrès récupère auprès de la propriétaire les renseignements suivants :

"Alors que nous étions en train de manger, soudainement plus de courant. Nous sommes allés voir au disjoncteur au RDC, rien de particulier ; le dispositif est réenclenché. 15 à 20 minutes plus tard, nouvelle coupure de courant ; avec mon mari, nous sommes retournés au disjoncteur, cette fois, pas moyen de réarmer : il doit y avoir un problème.

En montant dans les étages, j'ai entendu crépiter ; rien de spécial au 1er étage. En poursuivant dans les combles (environ 30 m² aménagés et isolés par de la laine de verre), arrivant sur le palier, j'aperçois des lueurs rouges derrière la porte vitrée qui est fermée. J'ai fait demi-tour sans chercher à ouvrir et je suis immédiatement redescendue vous appeler.

Mon mari a pris un extincteur et s'est rendu au second étage. N'ayant plus de nouvelle après avoir alerté les sapeurs-pompiers, je remonte et le trouve très incommodé par la fumée. Il est faible mais en l'aidant nous parvenons à redescendre tous les deux, en laissant la porte ouverte derrière nous".

Suivant les indications de la propriétaire, alors que le BAL prend en charge la personne intoxiquée, le Chef d'Agrès passe un message d'ambiance et demande un V.S.A.B. Nous partons en reconnaissance depuis le 1er étage où nous capelons les A.R.I.

Du premier étage, une porte ferme l'accès de l'escalier menant aux combles. Nous la trouvons entrouverte et nous poursuivons la progression. Arrivés sur un petit palier, nous rencontrons la porte vitrée ouverte dont nous avait parlé la propriétaire. De la fumée épaisse remplit la pièce ne laissant que 50 cm de visibilité au dessus du sol, nous obligeant à nous accroupir pour observer. Alors que l'eau est en train d'arriver à la lance, la chaleur nous semble très intense, plus que d'habitude. Nous sommes contraints de rester agenouillés sur le palier, abrités derrière un pan de cloison.

Je passe la tête à l'intérieur du volume et constate qu'aucune flamme n'est présente. J'aperçois, dans le fond (en fait à seulement 2 mètres) des lueurs rouges, incandescentes mais sans aucune flamme ; la chaleur est toujours aussi intense.

Puis, instantanément, alors que nous allions pénétrer, j'ai vu les fumées s'enflammer très violemment, en une fraction de seconde. Le volume jusqu'à la moitié de la pièce s'est alors embrasé. J'ai vu, incrédule, une violente propagation de flamme à travers la fumée.

Par chance, la cloison nous a protégés et l'eau arrivait juste à la lance. Notre situation aurait été délicate si nous étions rentrés dans la pièce. Mon coéquipier me dira par la suite qu'il n'a rien vu mais qu'il a ressenti une brusque onde de souffle chaud qu'il a très bien perçu au niveau du casque.

Nous mettons le débit maximum à la L.D.T. mais nous avons peine à lutter. Au bout de quelques instants, le feu semble baisser d'intensité et nous parvenons avec difficultés à le maîtriser.

Il a fallu ensuite déblayer les combles, remplis de livres et d'objets ménagers divers, puis nous avons dégarni la laine de verre et les lambris qui isolaient le toit.

En retournant sur les lieux de l'intervention, nous avons déterminé que c'est la foudre qui avait pénétré par la cheminée, poursuivi son chemin par des canalisations en cuivre traversant

les combles contre la charpente et terminé sa course dans l'angle où j'ai aperçu ces lueurs incandescentes. La pièce était très isolée et pratiquement pas ventilée.

Le bip a sonné à nouveau depuis mais cela restera une intervention marquante... “

3.8. Témoignage ALLO 18 – René Dosne : à paraître

PEDAGOGIE PAR OBJECTIF

LES NOTIONS TECHNIQUES ESSENTIELLES

Chapitre 4

A la fin de la lecture de ce chapitre, vous devrez être capable de :

SAVOIR

- **Comprendre** les notions techniques essentielles relatives à la combustion et à la construction des bâtiments.

Afin de :

SAVOIR FAIRE

- **Choisir** dans ces différentes notions celles appropriées à la démonstration que l'on veut établir pour faciliter la compréhension des phénomènes explicités au chapitre 5.

Pour :

SAVOIR ETRE

- **Expliquer** aux personnels et les **intéresser** à l'aide de ces notions, afin de modifier leurs attitudes personnelles et/ou collectives face à ces risques.

4. LES NOTIONS TECHNIQUES ESSENTIELLES

4.1. LE FEU ET LA COMBUSTION

4.1.1. La combustion

4.1.1.1. Définition

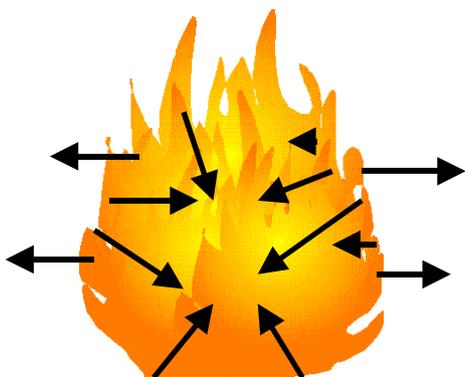
Une **combustion** est une **réaction chimique** au cours de laquelle des **espèces combustibles se combinent à un comburant**, en général l'oxygène de l'air, **pour former** de nouvelles espèces chimiques appelées **produits de combustion**.

Comme pour toute réaction chimique, les substances initiales comburant + combustibles sont appelées **réactifs**.

Cette réaction se caractérise par l'**émission de chaleur** traduite par l'**élévation de température** au niveau de la zone de réaction et par une **émission de rayonnement thermique** (et de lumière dans certains cas).

La réaction chimique de combustion est rendue possible par deux phénomènes simultanés :

- l'apport de réactifs au niveau de la zone active, c'est-à-dire le lieu où la réaction se produit. Cet apport est appelé transfert de masse,
- l'échange de chaleur (voir schéma) qui entretiennent la réaction.



- La combustion génère de la chaleur qui est transportée notamment par le rayonnement.

- Le rayonnement (flèches) est émis dans toutes les directions, compris vers le cœur de la flamme.

- Dans le cas d'une bougie, la mèche est donc chauffée, ce qui permet la vaporisation de la cire liquide: les échanges de chaleur entretiennent donc la combustion

En règle générale, la zone active d'une combustion est une flamme. Une flamme est le lieu où des **réactifs gazeux** comburant + combustibles réagissent : c'est donc un milieu essentiellement gazeux.

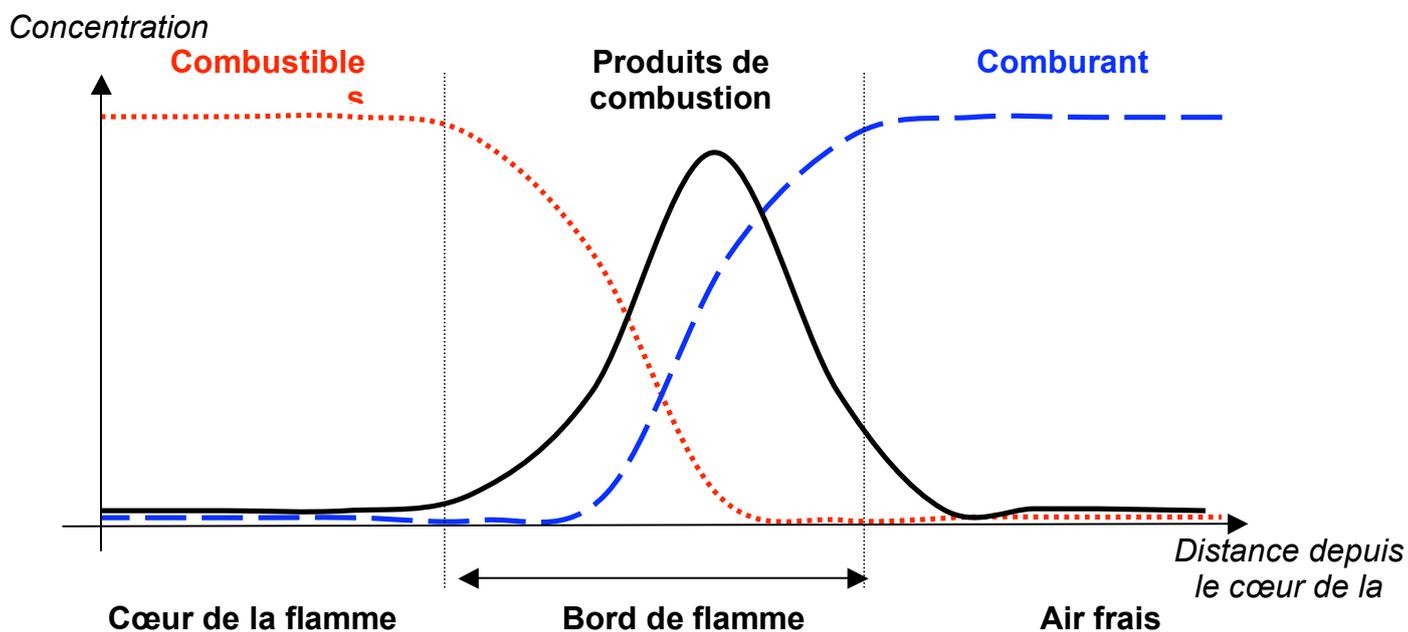
Selon le degré de mélange des réactifs avant d'arriver au niveau de la flamme, on distingue **deux types de flamme** :

4.1.1.1. *flamme de diffusion*

Dans une flamme de diffusion, **les réactifs gazeux** (comburant + combustibles) **ne sont pas mélangés** avant d'arriver au niveau de la flamme.

C'est le cas de la bougie

Les gaz (comburant + combustibles) diffusent l'un vers l'autre à cause de la différence de concentration. Le lieu de rencontre des réactifs est le bord de la flamme. C'est à ce niveau que la réaction de combustion a lieu.



L'apport permanent de réactif(s) et l'évacuation vers le haut des produits chauds de réaction entraîne un mouvement d'espèces chimiques appelé **transfert de masse**.

L'apport d'oxygène est intuitivement aisé à envisager puisque l'environnement de la flamme en est rempli à raison de 21 % du volume d'air.

L'apport de gaz combustible(s) résulte des réactions de transformation du matériau combustible. Si le combustible est initialement liquide (essence, alcool...), la chaleur d'une flamme pilote ou de la flamme formée permet la vaporisation du liquide en vapeurs inflammables.

En revanche, si le combustible est initialement solide, la chaleur (flamme) qu'il reçoit est à l'origine des réactions de **sublimation** (passage de l'état solide à l'état gazeux sans passage

par l'état liquide) ou de **pyrolyse** (décomposition des grosses molécules en plus petites généralement inflammables).

Les processus de **vaporisation**, **sublimation** ou **pyrolyse** ne sont rendus possibles que par l'absorption d'une partie de la chaleur générée dans la flamme ce qui illustre l'échange de chaleur évoqué dans la définition.

4.1.1.2. *flamme de pré - mélange*

Les réactifs gazeux sont déjà mélangés lorsqu'ils arrivent au niveau de la flamme. C'est le cas dans les appareils de chauffage (chauffe-eau) ou de soudure (chalumeau).

C'est également le cas lorsque dans un tube des volumes de gaz combustibles et d'air sont mélangés en proportions correctes.

Si nous enflammons ce mélange, nous observons une **propagation longitudinale** de la flamme dans le tube.

Les produits de réaction gazeux et chauds voient leurs volumes augmenter brutalement par la présence de parois fixes du tube, il s'ensuit l'apparition d'une **surpression** : c'est une **explosion**.

Selon la **vitesse de déplacement de la flamme** dans le tube (donc la vitesse de réaction), nous distinguons **2 types d'explosions** :

- ⊖ si $V < V_{\text{son}}$ (quelques mètres par seconde), c'est une **déflagration**,
- ⊖ si $V > V_{\text{son}}$ (plusieurs dizaines de mètres par seconde), c'est une **détonation**.

avec V_{son} vitesse du son dans l'air \approx 340 mètres par seconde ou 1224 kilomètres par heure.

La **zone active** peut avoir une autre apparence que celle d'une flamme. C'est le cas lorsque le combustible est solide et qu'il ne produit pas de vapeurs, que ce soit par sublimation ou pyrolyse.

La réaction n'est plus du **type « gaz / gaz »** mais du **type « solide / gaz »**. Nous parlons alors de **combustion couvante**.

Ainsi, à partir de ces éléments nous retrouvons les types de réactions qu'il convient de connaître pour appréhender au mieux les phénomènes liés aux incendies bâtimentaires en espaces clos ou semi-ouverts.

4.1.1.2. Les types de combustion

En fonction de la **vitesse de réaction**, une combustion peut être :

- **lente** : si la température du corps combustible ou des produits de combustion est insuffisante pour provoquer une émission de lumière, par exemple : la combustion du charbon de bois. C'est la **combustion couvante**.
- **vive** : il y a émission simultanée de lumière, gaz et fumées avec élévation de la température. C'est la **flamme de diffusion**,
- **très vive** : la vitesse de réaction est grande, sans toutefois dépasser la vitesse du son. C'est la **flamme de prémélange déflagrante**,
- **instantanée** : la vitesse de réaction est supérieure à la vitesse du son. C'est la **flamme de prémélange détonante**.

En outre, en fonction de l'alimentation en air du foyer, la combustion peut être :

- **complète** : si l'air arrive en quantité suffisante, les flammes sont bleues, peu éclairantes et les produits de combustion, pour des combustibles hydrocarbonés, sont principalement formés de dioxyde de carbone (CO₂) et d'eau (H₂O),
- **incomplète** : si le renouvellement d'air est insuffisant, les flammes sont oranges, très éclairantes, et les produits de combustion sont incomplètement brûlés. Le panache de fumées est souvent noir pour les combustibles renfermant du carbone, signe évident de la présence de carbone non brûlé dans les produits de combustion. En outre, le panache renferme d'autres produits incomplètement oxydés tels que le monoxyde de carbone (CO).

De manière générale, **un incendie est une combustion vive incomplète.**

4.1.1.3. La zone d'inflammabilité (flamme de pré mélange uniquement)

Le mélange comburant + combustibles ne peut s'enflammer au contact d'une source d'allumage que s'il se trouve dans une certaine proportion.

En fait, il s'agit plus précisément d'un domaine d'inflammabilité défini par 2 valeurs :

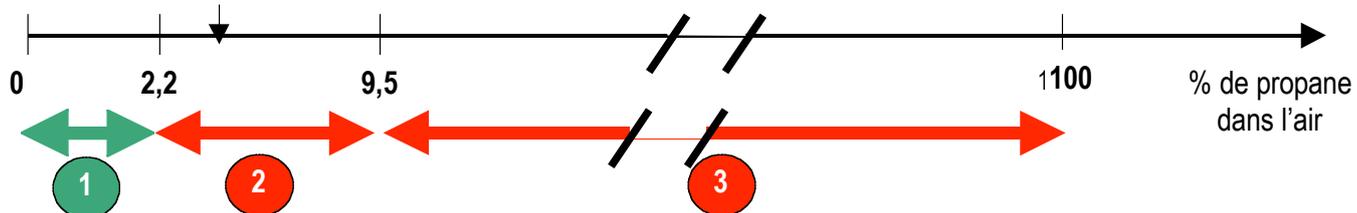
- **la limite inférieure d'inflammabilité** (ou d'explosivité) notée **L.I.I.** (ou L.I.E.) : c'est la concentration minimale en volume (exprimée en %) du combustible dans le mélange au-dessus de laquelle celui-ci peut-être enflammé,
- **la limite supérieure d'inflammabilité** (ou d'explosivité) notée **L.S.I** (ou L.S.E) : c'est la concentration maximale en volume (exprimée en %) du combustible dans le mélange au-dessous de laquelle celui-ci peut être enflammé.

Le domaine défini par les deux valeurs de L.I.I. et de L.S.I. est le domaine de combustion possible : hors de ce domaine, la combustion ne peut avoir lieu.

Prenons un exemple : le gaz propane C_3H_8 a pour limites d'inflammabilité dans l'air :

- L.I.I. = 2,2 %
- L.S.I. = 9,5 %

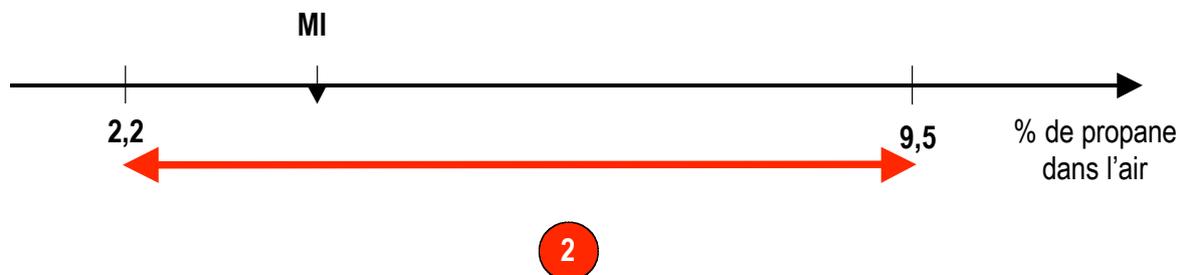
Si nous représentons ces valeurs sur une échelle graphique de concentration volumique de propane dans l'air, nous obtenons le schéma suivant :



Ce schéma présente **3 zones** :

- zone 1 : le mélange n'est **pas assez riche** en propane : il ne peut s'enflammer, mais présente une toxicité respiratoire. On parle de **mélange trop pauvre**.
- zone 2 : le mélange contient, en **proportion correcte**, de l'air et du propane, il peut s'enflammer sous l'action d'une source d'ignition : **zone dangereuse**. En particulier, la flèche ↓ représente la valeur du **Mélange Idéal**, ou stœchiométrie (3,8% pour le propane dans l'air) où la réaction de combustion est la plus violente : **explosion**.
- zone 3 : le mélange est **trop riche** en propane : il ne peut s'enflammer par manque d'air : **zone potentiellement dangereuse** car la ventilation va ramener les proportions en zone 2.

Remarque : la zone 2 peut-être détaillée comme suit :

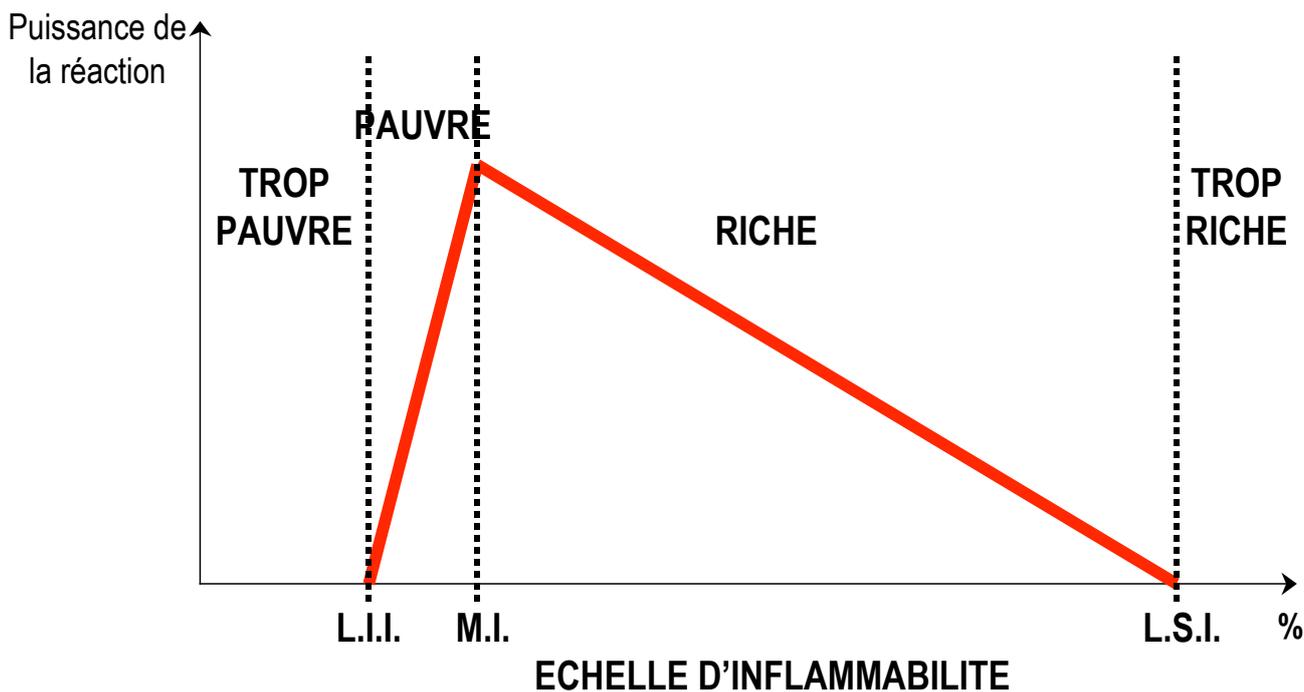


Entre la limite inférieure d'inflammabilité (L.I.I.) et la valeur de mélange idéal (M.I.), le **mélange** est dit **pauvre**.

Entre la valeur de mélange idéal (M.I.) et la limite supérieure d'inflammabilité (L.S.I.) et, le **mélange** est dit **riche**.

On en déduit le tableau suivant :

MELANGE TROP PAUVRE	PAS DE COMBUSTION
MELANGE PAUVRE	COMBUSTION MOLLE
MELANGE IDEAL	COMBUSTION VIOLENTE
MELANGE RICHE	COMBUSTION MOLLE
MELANGE TROP RICHE	PAS DE COMBUSTION

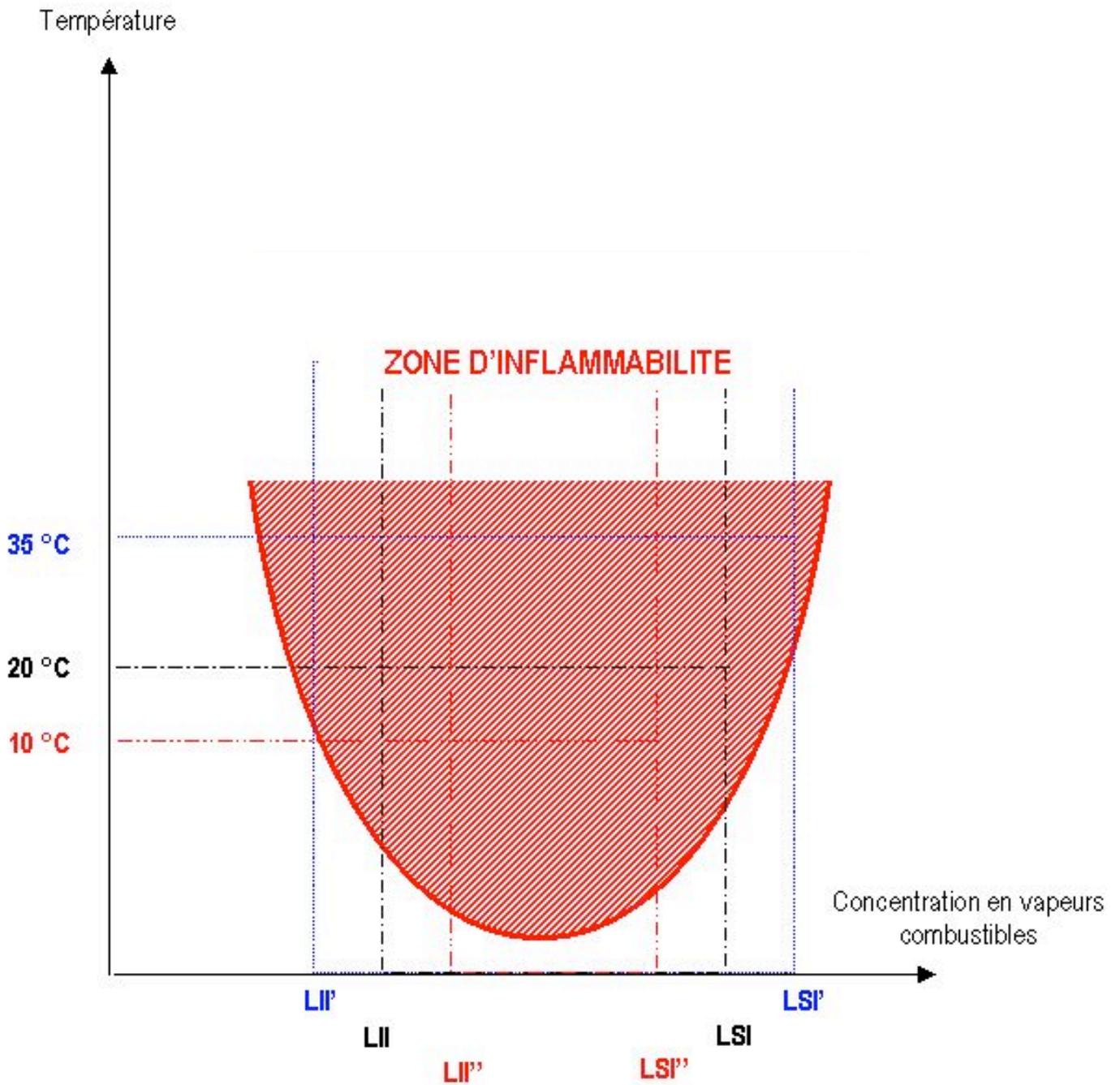


Le tableau suivant donne quelques valeurs de L.I.I. et L.S.I. :

SUBSTANCES	L.I.I. (en % volume dans un mélange avec l'air)	L.S.I. (en % volume dans un mélange avec l'air)
Essence (indice d'octane 100)	1,4	7,4
Hydrogène	4,0	75,0
Gazole	6,0	13,5
Méthane	5,3	14,0

Source : « Les mélanges explosifs » - INRS

Les valeurs de L.I.I. et L.S.I. varient en fonction de la pression (négligeable dans le domaine de l'incendie) et de la température : lorsque la température augmente, le domaine d'inflammabilité s'élargit et lorsque la température diminue, le domaine d'inflammabilité diminue.



4.1.1.4. Les flammes

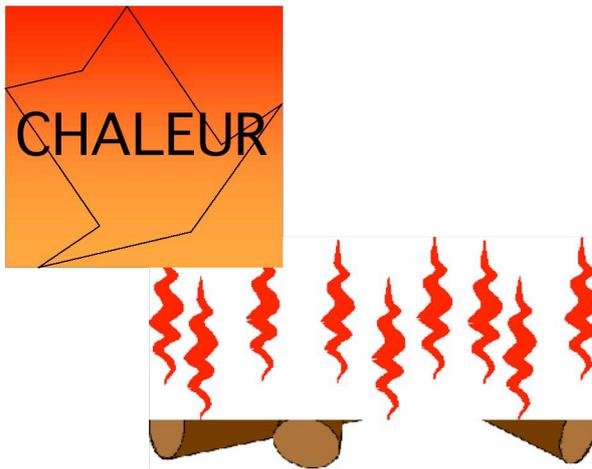
Les flammes sont le phénomène visible d'une **combustion vive**.

La flamme est le lieu où les vapeurs combustibles réagissent avec l'oxygène. Cette réaction chimique libère de l'énergie sous forme de chaleur : il est question de **réaction exothermique**.

Il est essentiel de savoir que, quelle que soit la forme solide ou liquide du combustible, ce sont les vapeurs émises qui brûlent dans les flammes.

Sous l'effet de la chaleur, le combustible émet des vapeurs :

- par pyrolyse s'il est solide,
- par vaporisation s'il est liquide.



Lorsqu'un **solide** est **chauffé**, il émet des **gaz de distillation** : ce phénomène est appelé **pyrolyse**.

- ☛ La **pyrolyse** est la **décomposition chimique irréversible** d'un matériau produite par une **élévation de température, sans réaction avec l'oxygène**.

Ces gaz de pyrolyse (ou de distillation), à condition que le domaine d'inflammabilité (entre la L.I.I. et la L.S.I.) soit atteint, peuvent alors s'enflammer quand ils atteignent une température donnée : le **point éclair**.

Le **point éclair** est la température minimale à laquelle un liquide ou un solide combustible commence à émettre des vapeurs susceptibles de former avec l'air un mélange dont l'inflammation se produit au contact d'une petite flamme utilisée comme amorce.

Plus la température est élevée au-dessus du point éclair, plus la combustion est facilitée.

Ceci définit d'autres termes :

- **le point feu** : température à laquelle un liquide ou un solide combustible commence à émettre des vapeurs susceptibles de former avec l'air un mélange dont l'inflammation se produit au contact d'une petite flamme utilisée comme amorce et se maintient malgré le retrait de la flamme amorce. Cette température est en général supérieure de 2 à 3°C à celle du point éclair,

- **le point d'auto-inflammation** : température à laquelle un combustible en présence de comburant s'enflamme spontanément sans apport extérieur de chaleur,

A titre d'exemple, voici quelques valeurs pour des combustibles courants :

SUBSTANCE	POINT ECLAIR (°C)	POINT D'AUTO-INFLAMMATION (°C)
Alcool éthylique	12	420
Acétone	- 17	535
Bois	≈ 250 (variable selon l'essence et l'humidité)	≈ 300 (variable selon l'essence et l'humidité)
Papier	230	230
Polyéthylène	340	350

Source : « *Les Mélanges Explosifs* » INRS

Les produits de combustion sont alors chauffés. Lorsque ces produits contiennent des suies, les flammes sont très éclairantes car les suies émettent de la lumière par incandescence.

Ce processus d'émission sous l'effet de la température est analogue à l'émission de lumière qui résulte du chauffage « au rouge » d'une barre de fer.

4.1.1.5. Les feux couvants

Certains feux se caractérisent par :

- une absence de flammes,
- une chaleur importante,
- une émission abondante de fumées.

Ces feux, au sens des définitions du chapitre 4.1.1.2. sont caractéristiques d'une combustion lente, c'est-à-dire que l'élévation de température est insuffisante pour permettre l'émission de lumière. Nous rencontrons ces cas lorsque le feu « couve ».

Un feu couvant est une combustion lente d'un matériau, sans émission visible de lumière et généralement révélée par une élévation de la température et / ou production de fumées.

Puisqu'il y a absence de flamme, ce type de combustion se produit donc nécessairement à l'état solide et ne concerne que quelques substances. L'exemple le plus courant de combustible pouvant donner des combustions lentes est le **charbon de bois**, très riche en carbone.

Il en est de même de toutes les matières carbonées cellulosiques telles que les tissus qui brûlent en formant des braises. Ces matières génèrent des feux de **classe A**.

Ce type de combustion se rencontre avec les substances dont les points de fusion et d'ébullition sont beaucoup plus élevés que la température de l'incendie.

Sachant que les températures atteintes lors d'un feu de local sont, au maximum, de 1200 à 1500 °C, étudions à titre d'exemple la différence de comportement entre deux substances carbonées inflammables :

- le charbon de bois : utilisé pour les barbecues, il brûle sans flamme en formant des braises. C'est du carbone quasi pur dont la température de sublimation vaut environ : $T_{\text{sub}} \approx 3500^{\circ}\text{C}$. Il n'y a pas de véritable domaine liquide connu. La température de sublimation étant très supérieure à celle de l'incendie, on comprend dès lors pourquoi il n'y a pas de flamme,
- le polypropylène : variété de matière plastique, il présente une température de fusion T_{fus} de l'ordre de $\approx 160^{\circ}\text{C}$. Dans ce cas, la température de l'incendie est très supérieure : en pratique, le polypropylène brûle avec production de flammes très jaunes et il n'y a pas de braise.

Dans le cas d'un feu couvant, la combustion se fait en phase solide, le comburant gazeux réagit avec le combustible solide. En conséquence, le processus est plus lent que pour une combustion en phase gazeuse.

En effet :

- l'apport en air est limité par rapport à la quantité de combustible disponible en surface du solide,
- la quantité d'air frais capable d'arriver au contact du combustible est un paramètre de la réaction, plus il y a d'air frais, plus la réaction est activée.

La combustion incomplète, trop de combustible et pas assez de comburant, qui en résulte génère énormément de monoxyde de carbone ((CO)).

A l'instar de la combustion de charbon de bois dans un barbecue, une **combustion couvante** présente les **caractéristiques suivantes** :

- ☉ la combustion se produit en **phase solide** (rares flammes possibles) avec **formation de braises**,
- ☉ la **ventilation favorise** la **combustion** car davantage d'air frais est amené (action du soufflet par exemple),
- ☉ la **chaleur émise** par la réaction chimique de combustion est **difficilement évacuée** par convection car peu de gaz sont produits (combustion incomplète) ; de ce fait, **la chaleur est transférée au combustible** par conduction : la température augmente et le charbon devient incandescent,

☛ **la combustion est très incomplète est génère énormément de monoxyde de carbone ((CO))** puisque l'apport en comburant est difficile si l'air n'est pas soufflé,

DANGER !

Il faut garder présent à l'esprit que les **braises** résiduelles après un incendie sont en fait **des solides en combustion lente ou couvante**.

En conséquence, les **opérations de déblai** en locaux clos doivent être **précédées de ventilation**, au besoin être effectuées sous **protection respiratoire** sous peine de respirer de fortes quantités de toxiques, dont le monoxyde de carbone ((CO)).

4.1.1.6. Les fumées : un vrai danger

En plus de la chaleur émise, le résultat **chimique** de toute combustion vive ou couvante est la production de nouvelles espèces que nous retrouvons principalement dans le panache de fumées. Dans le cas d'un combustible carboné, ces espèces sont essentiellement :

- du dioxyde de carbone (CO₂),
- du monoxyde de carbone (CO),
- des particules de carbone (C) sous forme de suies,
- de la vapeur d'eau (H₂O),
- des hydrocarbures...

La fumée est l'ensemble visible des particules solides et / ou liquides en suspension dans les gaz, résultant d'une combustion ou d'une pyrolyse.

Par conséquent, la fumée présente 5 dangers :

4.1.1.6.1. La fumée : un mélange inflammable, voire explosif

Résultant d'une combustion incomplète, elle est chargée en produits imparfaitement brûlés (monoxyde de carbone (CO)) ou imbrûlés (suies, produits gazeux de pyrolyse), ainsi qu'en air entraîné dans le panache.

A titre d'exemple, la pyrolyse du bois génère les gaz inflammables suivants :

- monoxyde de carbone,
- hydrogène,
- hydrocarbures légers.

Les proportions de ces gaz peuvent être importantes lorsque la température atteint plusieurs centaines de degrés :

Température dans le four en °C	280 - 380	380 - 500
Teneur en carbone du charbon de bois formé en %	78	84
Composition des gaz non condensables % en volume		
(CO ₂)	35,5	31,5
(CO)	20,5	12,3
Hydrogène	5,5	7,5
Hydrocarbures	36,5	48,5

Source : « Résistance au feu des structures » - Barthélemy et Kruppa - Editions Eyrolles

Il est évident que ces gaz de pyrolyse peuvent brûler si les conditions le permettent (notamment à cause de la présence d'air dans les fumées). Ainsi, le pouvoir calorifique de 1 m³ de ce mélange de gaz est le suivant :

- entre 280 et 380°C : 16,4 kJ (3920 calories),
- entre 380 et 500°C : 20 kJ (4780 calories).

Or, ce sont précisément ces gaz que nous retrouvons dans la fumée en plus des suies (particules de carbone solide), du dioxyde de carbone et de la vapeur d'eau.

A titre de comparaison les gaz tels que le méthane ont un pouvoir calorifique de l'ordre de 35 kJ/m³ (1 m³ de fumée a le même pouvoir calorifique que 0,5 m³ de méthane).

En outre, la température de ces gaz chauds leur permet souvent de s'enflammer spontanément (exemple : inflammation suite à l'accumulation des gaz chauds en partie haute d'une cage d'escaliers) à condition de se trouver dans le domaine d'inflammabilité, ce qui peut être localement le cas (présence de poches d'air).

4.1.1.6.2. La fumée : un mélange toxique

Toute combustion est une réaction chimique où un (des) corps combustible(s) réagit(sent) avec l'air en donnant de la chaleur et des nouvelles espèces chimiques. L'air est un mélange de gaz : pour simplifier, nous pouvons dire que l'air est composé, en volume, de 79 % d'azote (N₂) et de 21 % d'oxygène (O₂).

Lors d'une combustion, seule une partie de l'oxygène réagit car la combustion est rarement complète. La composition chimique de la fumée est approximativement la suivante :

- de l'azote qui n'intervient pas dans la réaction de combustion (plus de 50 % en volume),
- de l'oxygène qui n'a pas réagi dans la réaction de combustion (de 1 à quelques %),

- des espèces chimiques combustibles imbrûlées solides (suies) ou gazeuses (produits de pyrolyse),
- des espèces chimiques imparfaitement oxydées (monoxyde de carbone (CO)),
- des produits d'oxydation tels que le dioxyde de carbone (CO₂) et la vapeur d'eau (H₂O).

Les produits sont chauffés par la réaction chimique et quittent la flamme avec une température de plusieurs centaines de degrés Celsius (de 800°C pour une combustion incomplète à plus de 1000°C pour une combustion complète).

Les proportions volumiques de ces constituants sont très variables. Elles dépendent en particulier :

- de la nature du ou des combustibles (gaz léger, plastique, matériau cellulosique),
- de l'alimentation en air.

A partir de ces éléments, il devient évident de considérer que les fumées sont toxiques :

- la teneur en oxygène est très réduite,
- de nombreuses espèces très toxiques (dioxyde de carbone (CO₂), cyanure d'hydrogène (HCN) lors de la combustion des polyuréthanes, chlorure d'hydrogène (HCl) lors de la combustion du P.V.C. sont présentes. En particulier, le monoxyde de carbone (CO) possède la faculté de se fixer sur l'hémoglobine du sang ce qui interdit toute fixation de l'oxygène,
- la température (plusieurs centaines de degrés) rend le milieu irrespirable alors que les échanges gazeux au niveau du sang, comme toutes les réactions chimiques liées à la vie, doivent se faire à des températures voisines de la température ambiante.

Pour ces raisons, l'emploi des Equipements de Protection Individuelle (E.P.I.) dont l'appareil respiratoire, est INDISPENSABLE lors des opérations de lutte contre les incendies.

4.1.1.6.3. La fumée : un mélange opaque

La présence d'espèces solides (suies) ou d'aérosols (gouttelettes) dans la fumée provoque un écran qui empêche de voir au travers. Lorsque les fumées sont particulièrement épaisses, la visibilité se réduit à quelques centimètres. L'obscurité est totale au point que l'on ne voit même pas le faisceau de la lampe torche tenue à la main.

Dans la fumée, une personne est totalement aveugle. Ceci rend très difficile la progression du sapeur-pompier ou de toute autre personne prisonnière d'une pièce enfumée.

La présence de toutes ces espèces sont un obstacle à la progression des ondes sonores. Dans certains cas, lorsque les fumées sont très intenses, les sons sont assourdis ce qui perturbe la perception des voix, des bruits et l'appréciation des distances.

4.1.1.6.4. *La fumée : un corps rayonnant*

Nous verrons dans le paragraphe 4.1.2 que la plus grande partie de la chaleur est emportée dans le panache de fumées par convection. Cette fumée étant très chargée en particules solides (suies) et très chaude, elle va émettre un rayonnement thermique d'autant plus important que sa température est élevée. L'application de la formule de Stefan-Boltzmann (voir § 4.1.2.3.) donne les résultats suivants :

TEMPERATURE DE LA FUMEE (°C)	FLUX RAYONNE (kW/m ²)
100	1,10
200	2,84
300	6,11
400	11,63
500	20,24
600	32,93
700	50,82

Ces valeurs commencent à être très importantes à partir de 200°C, infligeant des brûlures aux personnes non protégées. Au-delà, les flux rayonnés peuvent enflammer des combustibles présents dans la pièce.

4.1.1.6.5. *La fumée : un mélange envahissant*

La fumée, étant un mélange de gaz chargé en particules solides, se comporte comme un fluide. Elle a tendance à se répandre dans tous les volumes qui lui sont offerts. Elle s'insinue par toutes les ouvertures qu'elle rencontre (porte ouverte, gaine de V.M.C., etc.). On retrouve de la fumée dans des pièces éloignées de la pièce origine du feu, en particulier au-dessus du volume sinistré (notamment dans les combles où arrivent les gaines de V.M.C.).

La fumée est 5 fois dangereuse car c'est un mélange :

- ☉ **inflammable**, voire explosif,
- ☉ **toxique**,
- ☉ **opaque**,
- ☉ **rayonnant**,
- ☉ **envahissant**.

4.1.2. La chaleur et ses modes de propagation

4.1.2.1. La chaleur, l'énergie et la température

Le langage courant amène parfois des confusions sur ces termes, l'un étant fréquemment employé à la place de l'autre. Dans la vie quotidienne, nous en comprenons le sens sans difficulté : par exemple « quelle chaleur », « il fait chaud ».

En revanche, il existe une grande différence scientifique entre tous ces termes.

Tentons de les définir sans entrer dans le domaine complexe de la thermodynamique. Pour cela, considérons 2 morceaux de fer, l'un sortant du congélateur et l'autre sortant d'un four. Le premier est froid par rapport au second et inversement. Dire que le premier est froid n'a de sens que si nous disposons d'une référence.

En effet, en thermodynamique, il n'est pas exclu de dire que le morceau sortant du réfrigérateur est chaud ; dès lors, le deuxième est plus chaud que le premier.

La notion de température

Tout cela peut sembler compliqué. Nous savons que l'un des morceaux est plus froid que l'autre mais sans pouvoir quantifier cette différence. Ainsi est-il utile de posséder une échelle de comparaison : **l'échelle de température**.

L'échelle Celsius est définie de la manière suivante :

- l'origine « 0 » correspond à la température de la fusion de la glace à la pression atmosphérique,
- la valeur « 100 » correspond à la température de la vaporisation de l'eau à la pression atmosphérique,
- l'échelle ainsi définie permet de disposer d'une unité de référence, le degré Celsius noté °C qui correspond au 1/100^{ème} du domaine séparant les valeurs 0 et 100.



Aussi, en précisant que le morceau de fer 1 est à -10°C et que le morceau 2 est à 900°C , tout devient plus simple à comprendre.

La notion de chaleur

Si nous mettons en contact ces 2 morceaux de fer, le morceau 1 est au contact d'une température plus élevée que -10°C alors que le morceau 2 voit sa température baisser. Au bout d'un certain temps, les deux morceaux atteignent une température d'équilibre entre -10 et 900°C . Il y a donc eu échange de chaleur entre les deux morceaux de fer.

La chaleur est une forme d'énergie qui « passe » d'un corps chaud à un corps froid sous l'effet d'une différence de température. Dès lors, la chaleur n'existe que lors de ce transfert.

Jean-Pierre Maury et Michel Hulin dans leur ouvrage « Thermodynamique : les deux principes » - Editions DUNOD, donnent une image simple mais très parlante de la chaleur : « On peut donner ou recevoir de la chaleur mais on ne peut pas en posséder ; c'est comme les coups de poing, on peut en donner ou en recevoir mais on ne peut pas en posséder ».

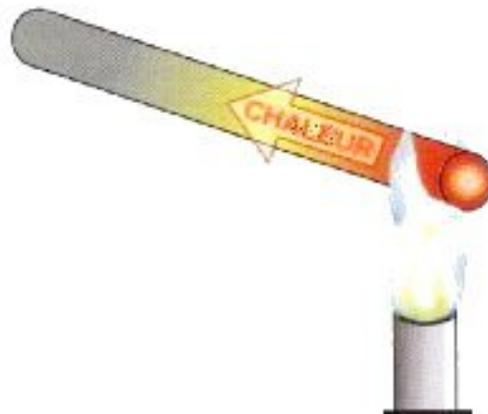
4.1.2.2. Les modes de transfert de la chaleur

La **chaleur** peut passer d'un corps à un autre selon 3 modes :

- ⊖ la **conduction**,
- ⊖ la **convection**,
- ⊖ le **rayonnement**.

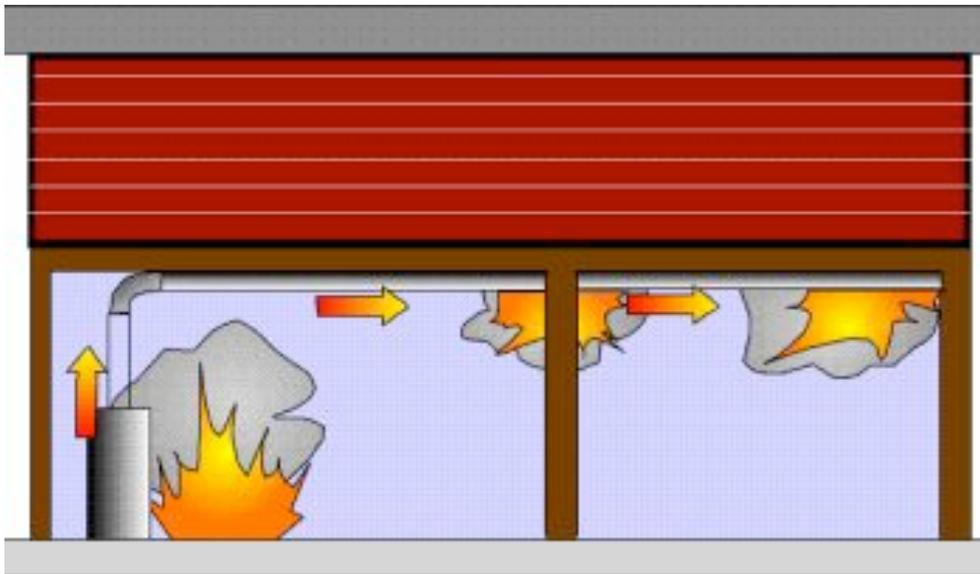
4.1.2.2.1. La conduction

Qui ne s'est jamais brûlé en prenant le manche métallique d'une casserole laissée sur le feu ? Ceci est dû à la **conduction thermique** des métaux ou, de manière plus générale, des matériaux solides.



En effet, tous les corps solides conduisent la chaleur, mais avec plus ou moins de facilité. Ainsi pouvons-nous classer les conducteurs de chaleur entre eux.

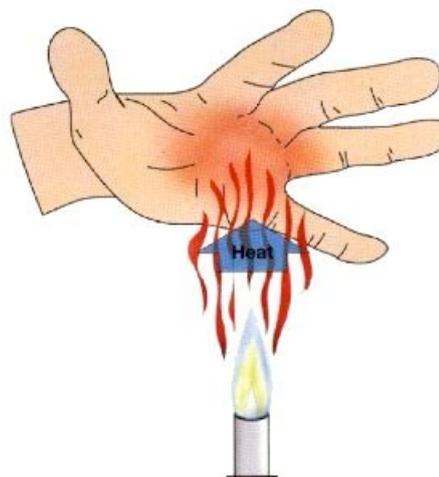
Lors d'un incendie, les matériaux de construction peuvent propager la chaleur. Par exemple, un tuyau métallique qui traverse une paroi est un bon agent de propagation de la chaleur par conduction :



Remarque : la chaleur se propage aussi par conduction à travers les murs.

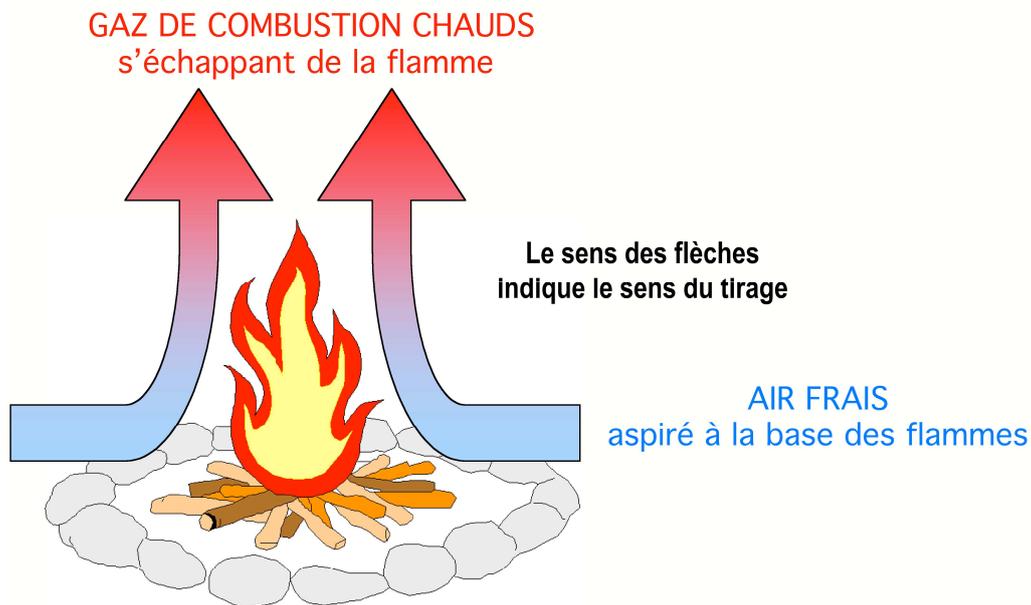
4.1.2.2.2. La convection

L'échange par convection repose sur le mouvement d'un fluide (liquide ou gaz). Ce mouvement est dû aux différences de température au sein du fluide.



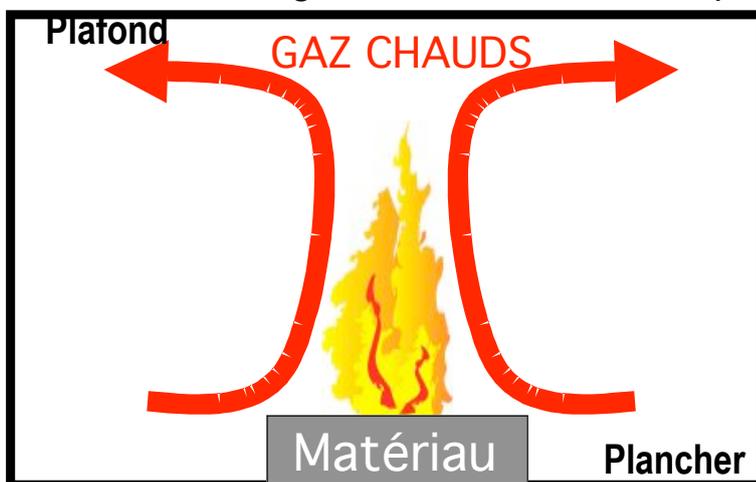
En effet, à ces différences de température sont associées des différences de densité, donc de pression. Ceci détermine le tirage qui est la différence de pression entre l'air frais qui arrive à la base des flammes et les gaz de combustion chauds qui s'en échappent.

Dans le cas du feu, cela s'explique très facilement :



Lorsque les gaz chauds emportés vers le haut par convection rencontrent un obstacle (plafond), ils se déplacent latéralement le long de cette paroi et l'échauffent peu à peu.

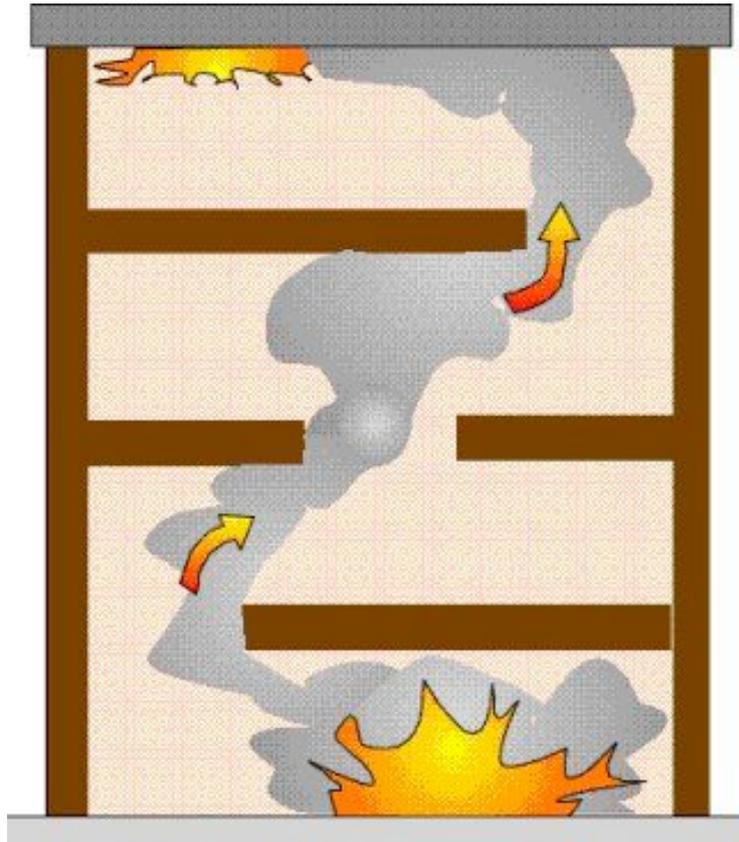
L'écoulement des gaz chauds échauffe le plafond



- L'écoulement des gaz chauds se fait toujours du bas (l'air frais est plus lourd) vers le haut (les gaz chauds sont plus légers).
- La chaleur se propage donc du bas vers le haut.

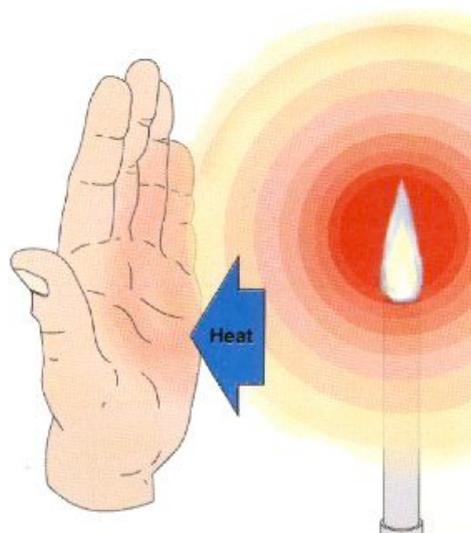
Puisque la matière doit être en mouvement, la convection ne concerne pas les solides.

L'échange de chaleur entre les gaz chauds qui s'écoulent le long de la paroi et la paroi est appelé **échange convectif**.

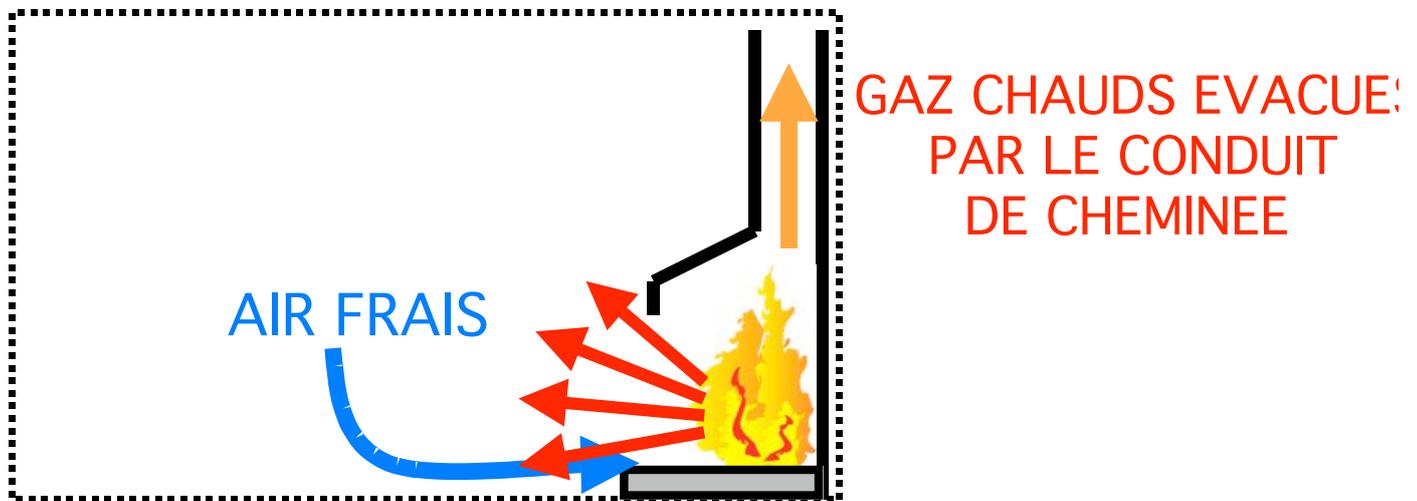


4.1.2.2.3. *Le rayonnement*

Pourquoi une cheminée peut-elle chauffer une pièce ? La question semble surprenante mais lorsque nous observons le circuit de l'air qui alimente le foyer, nous nous rendons bien compte qu'elle mérite d'être posée.



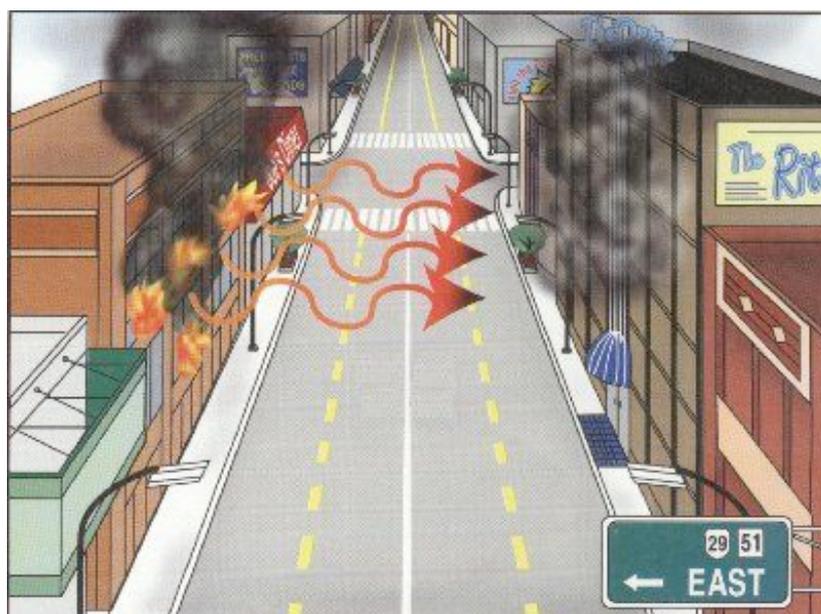
Les gaz chauds s'évacuent par convection dans le conduit de la cheminée. La pièce n'est donc pas chauffée par convection. En s'évacuant, ils échauffent le conduit et par conduction à travers les matériaux de construction du conduit, une très faible partie de chaleur est restituée. Ceci est insuffisant pour chauffer la pièce.



Au voisinage de l'âtre, c'est de l'air frais aspiré par le feu qui est présent : nous ne devons donc pas percevoir de chaleur à moins d'envisager un autre mode de transfert qui ne repose pas sur les fluides (convection) ou les solides (conduction).

Nous percevons la chaleur du foyer, c'est que la chaleur peut également se propager sans « support » à travers l'espace par rayonnement. C'est le cas, par exemple, de la chaleur qui chauffe la Terre et que nous recevons du Soleil.

Le vide spatial séparant notre planète du Soleil ne permet pas à la chaleur de se propager par convection (il n'y a aucun gaz !). La conduction ne concernant que les solides, il faut trouver un troisième mode de transport : **le rayonnement**. En effet, la chaleur se propage comme un rayon lumineux.



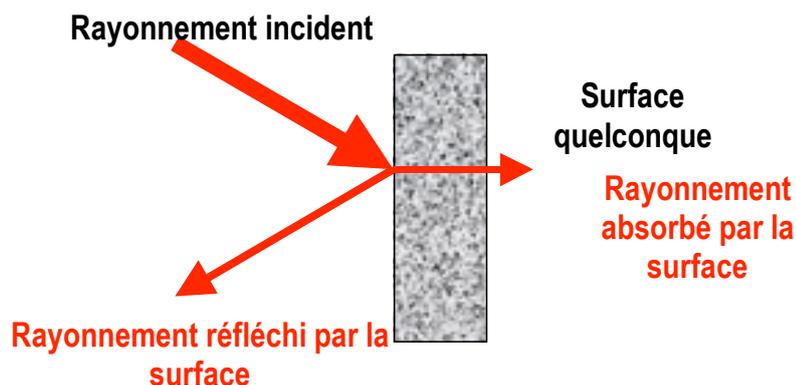
Le rayonnement transporte de l'énergie. L'unité de mesure employée pour quantifier le flux de rayonnement est communément le **kilowatt par mètre carré (kW/m²)**. Le rayonnement solaire reçu sur terre est d'environ 1 kW/m² par beau temps.

Le bois s'enflamme spontanément pour des valeurs de l'ordre de 20 à 30 kW/m². L'exemple classique est celui du papier que l'on enflamme avec une loupe en focalisant l'image du soleil : le rayonnement solaire est alors concentré jusqu'à atteindre les valeurs d'auto-inflammation.

Lorsque la chaleur se propage par rayonnement, il n'y a pas de direction privilégiée : la chaleur est rayonnée dans toutes les directions.

Sans entrer dans des détails trop complexes, il faut se souvenir que le rayonnement thermique est émis par tout corps chauffé, qu'il soit solide, liquide ou gazeux.

L'exemple le plus commun est celui de l'ampoule à incandescence où le filament métallique parcouru par un courant électrique s'échauffe et émet du rayonnement thermique visible : la lumière.



Le rayonnement thermique et la lumière sont de même nature : ce sont des ondes. Par conséquent, le rayonnement thermique se comporte comme la lumière ; ainsi, selon les surfaces, peut-il être absorbé ou réfléchi.

L'intensité du flux de rayonnement thermique est d'autant plus importante que le corps rayonnant a une température élevée. La valeur du flux est donnée par la relation de Stefan-Boltzmann :

$$\Phi = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4$$

Où :

- Φ est le flux de rayonnement thermique en W/m²
- ε est l'émissivité du corps ($0 < \varepsilon < 1$) ; ε est proche de 1 pour la fumée chargée de suies

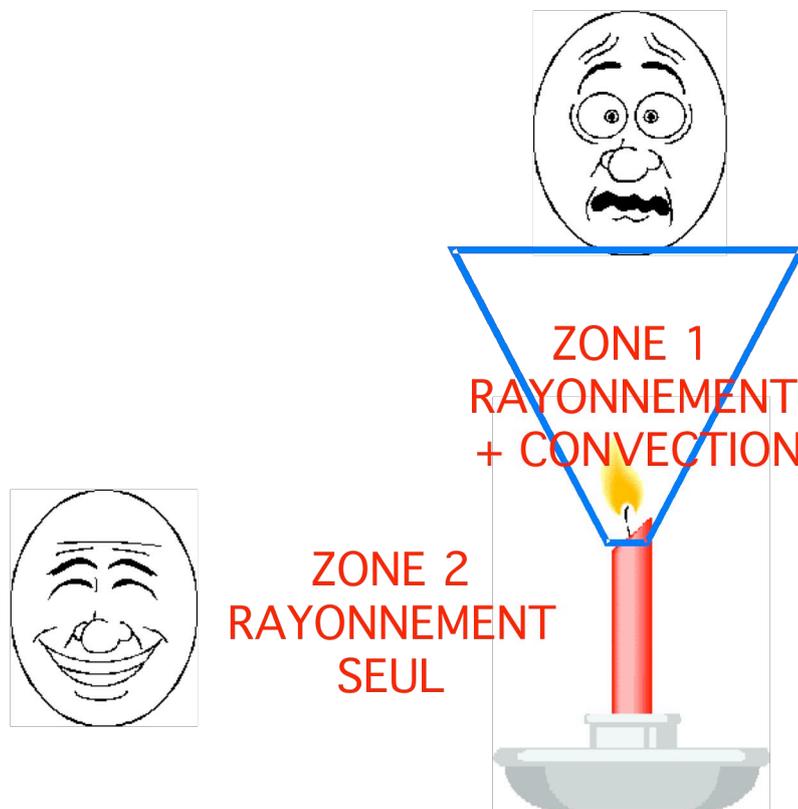
- σ est la constante de Stefan-Boltzmann qui vaut $5,67 \times 10^{-8} \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$
- T est la température du corps rayonnant en Kelvins ($T (\text{K}) = t (\text{°C}) + 273$)

**En simplifiant, pour une température est multipliée par 2,
le rayonnement lui est multiplié par 16.**

4.1.2.3 La répartition quantitative des différents modes

Toute la chaleur générée dans la flamme s'en échappe principalement par **rayonnement** autour de la flamme et **convection** dans le panache de fumées. La **conduction** est négligeable au niveau de la flamme puisque qu'il s'agit d'un milieu essentiellement gazeux.

Afin d'estimer la part du rayonnement et de la convection, faisons une petite expérience simple et très instructive : il suffit de disposer d'une bougie que nous allumons et d'approcher son doigt à 2 endroits différents :



Quand nous promenons le doigt à environ 2 centimètres de la flamme dans la sphère représentée par le cercle, la sensibilité de la peau définit **2 zones** :

- zone 1 : nous ressentons une douleur intense de brûlure due à la chaleur de convection + rayonnement dans le panache,
- zone 2 : nous ressentons une douleur nettement moins intense due à la chaleur rayonnée (rayonnement et pas de convection).

Nous en déduisons une information importante : la plus grande partie de la chaleur émise par une flamme est transportée par convection dans le panache de fumées et de gaz.

En pratique, la **chaleur** émise dans la flamme est **transportée à 65 % par convection** dans le panache et à **35 % par rayonnement**.

La conduction n'intervient que lorsque des solides sont au voisinage du feu (mur, métaux...).

MODE DE PROPAGATION	SUPPORT	DIRECTION DE PROPAGATION
Conduction	Matériau solide	Selon la forme du matériau
Convection	Fluide : liquide ou gaz	Du bas vers la haut
Rayonnement	Aucun	Toutes les directions

4.1.3. Les effets de l'eau

Les sapeurs-pompiers savent que la lutte contre un incendie consiste à agir sur l'un ou plusieurs des sommets du tétraèdre du feu :

- comburant,
- combustible,
- énergie,
- radicaux libres.

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

- abondante,
- pratique d'emploi (nous pouvons la véhiculer sur de longues distances dans des tuyaux et la projeter avec force grâce aux pompes et aux lances),
- économique par rapport aux autres agents extincteurs (poudre, CO₂, halons...),
- facile à stocker à condition d'être hors gel.

L'eau agit simultanément par

☉ **refroidissement** : en se vaporisant, l'eau absorbe l'énergie de la combustion ce qui abaisse l'intensité du feu, donc la température,

→ action sur le terme ENERGIE du tétraèdre du feu,

☉ **étouffement** : la vapeur d'eau produite forme une barrière qui limite l'apport d'air aux flammes,

→ action sur le terme COMBURANT du tétraèdre du feu,

☉ **inertage** : la vapeur d'eau produite abaisse la teneur en oxygène O₂ au voisinage des flammes,

→ action sur le domaine d'inflammabilité,

☉ **soufflage** : si l'eau est projetée violemment sur les flammes, l'écoulement des vapeurs combustibles dans l'air est perturbé comme lorsque l'on souffle la flamme d'une bougie,

→ action sur l'émission des vapeurs inflammables,

☉ **dispersion** : en jet plein, l'eau arrive avec force sur les matériaux en feu ce qui permet de les disperser,

→ action sur le terme COMBUSTIBLE du tétraèdre du feu.

Cependant, toutes les actions sont liées car la combustion est un phénomène très complexe.

Malgré toutes ses qualités, l'eau présente aussi des inconvénients :

- elle conduit l'électricité : danger sur les feux d'origine électrique quand le courant n'est pas coupé,
- elle gèle lorsque la température devient négative : augmentation de volume ce qui fait éclater les conduites,
- elle génère des dégâts en imprégnant les mobiliers, les matériaux...
- elle apporte une surcharge sur le bâtiment.

Les **deux modes d'action fondamentaux** de l'eau lors de la lutte contre les feux en espace clos ou semi-ouverts sont le **refroidissement** et l'**inertage**.

REFROIDISSEMENT : CALCUL DE LA CHALEUR ABSORBEE PAR LA VAPORISATION DE L'EAU

Sachant que la chaleur latente de vaporisation de l'eau vaut $L = 2260$ kJ/kg et que la chaleur massique de l'eau liquide vaut $c = 4,18$ kJ/kg/K, il est possible de calculer la chaleur absorbée par l'eau d'une lance.

Considérons l'attaque d'un feu par une lance débitant 500 l/mn soit 8,33 litres par seconde. Nous supposons que toute l'eau projetée (température initiale = 10°C) se transforme en vapeur à 100°C sous l'effet de la chaleur. Cette hypothèse n'est valable que si les gouttes d'eau ont une taille suffisamment petite, ce qui peut être obtenu avec les lances à débit variable

en jet diffusé avec des gouttelettes d'un diamètre moyen de 0,3 mm pour une tolérance de 0,2 à 0,5 mm.

Nous considérons le processus de transformation suivant :



Le processus ci-dessus absorbe l'énergie $###H = ###H_1 + ###H_2$

avec

$$\Delta H_1 = \int_{283}^{373} m c dT \quad \text{Energie nécessaire au chauffage de la masse } m \text{ (en kg) d'eau liquide de } 10^\circ C \text{ à } 100^\circ C.$$

et

$$\Delta H_2 = m L \quad \text{Energie nécessaire à la transformation de la masse } m \text{ (en kg) d'eau liquide en vapeur.}$$

APPLICATION NUMERIQUE

En 1 seconde, le porte lance projette 8,33 litres soit une masse de 8,33 kg d'eau, d'où

$$\begin{aligned} \Delta H_1 &= \int_{283}^{373} m c dT = m c [\Delta T]_{283}^{373} \\ \Delta H_1 &= 8,33 \times 4,18 \times (373-283) = 3135 \text{ kJ} \end{aligned}$$

et

$$\begin{aligned} \Delta H_2 &= m \times L \\ \Delta H_2 &= 8,33 \times 2260 = 18833 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Puisque nous raisonnons sur une seconde, la chaleur absorbée est, par unité de temps :

$$###H = 3135 + 18833 = 21968 \text{ kJ/sec soit } \approx 22 \text{ MW}$$

Nous observons que ΔH_1 (3,1 MW) est faible devant ΔH_2 (18,8 MW), ce qui prouve que c'est bien la vaporisation qui est la cause essentielle du refroidissement par l'eau.

**Un débit de 500 l/mn à 10°C permet théoriquement d'absorber
22 MW de puissance de feu.**

En réalité, une partie de l'eau n'est pas totalement vaporisée et la puissance

réellement absorbée est voisine de 4 MW (rendement de l'ordre de 20%), ce qui est à peine supérieur à la puissance libérée par la combustion d'un matelas de mousse (3 MW).

Courbe d'adaptation des moyens à insérer.

Ceci démontre comme on le verra aux paragraphes 7.2.6 et 8.2.4 la nécessité de travailler avec de forts débits pendant une courte durée (attaque massive).

A titre de comparaison une Lance de Dévidoir Tournant ne peut absorber que 0,5 MW dans le meilleur des cas.

INERTAGE : CALCUL DE LA QUANTITE DE VAPEUR D'EAU FORMEE

Considérons 1 litre d'eau en phase liquide.

Une mole de molécules d'eau (H₂O) a une masse de 16 + 2 × 1 = 18 grammes.

Sachant qu'1 litre d'eau en phase liquide a sensiblement une masse de 1000 grammes, nous pouvons en déduire qu'1 litre d'eau liquide contient 55,6 moles de molécules d'eau puisque :

$$\frac{1000 \text{ (grammes)}}{18 \text{ (grammes/mole)}} = 55,6 \text{ moles}$$

Considérons à présent la vaporisation de ce litre d'eau liquide : les 55,6 moles sont donc à l'état de vapeur.

En supposant que la vapeur d'eau se comporte comme un gaz parfait, nous pouvons lui appliquer la relation suivante :

$$P \times V = n \times R \times T$$

avec

$$R = \frac{P_0 V_0}{T_0}$$

où

P₀ = Pression atmosphérique = 1 atm = 101300 Pa

V₀ = Volume d'une mole de gaz à 273 K soit 22,414 L

T₀ = Température standard (273 K)

Dans les conditions d'un incendie de local, l'absence d'étanchéité parfaite (ouvertures, porte, fenêtre...) implique que la pression dans le bâtiment en feu est sensiblement égale à la pression atmosphérique au niveau de la mer. Donc :

$$P \approx P_0 \text{ (soit 1 atm)}$$

A cette pression, la température d'ébullition est de 100°C, soit 373 K.

Nous pouvons dès lors déterminer le volume V_F occupé par 55,6 moles d'eau, à la température de 100°C, à l'état de vapeur et à la pression atmosphérique :

$$P \times V_F = n \times R \times T \Leftrightarrow P_0 \times V_F = n \times R \times T$$

D'OU, APRES SIMPLIFICATION :

$$V_F = n \cdot V_0 \cdot \frac{T}{T_0}$$

APPLICATION NUMERIQUE

$n = 55,6$ (précisément 55,55...); $T_0 = 273 \text{ K}$; $T = 373 \text{ K}$; $V_0 = 22,414$ litres

$$V_F = 55,6 \cdot 22,414 \cdot \frac{373}{273}$$

Nous obtenons donc $V_F = 1702,3$ litres, soit 1700 litres.

1 litre d'eau liquide produit 1700 litres (1,7 m³) de vapeur lors du passage de liquide à vapeur, donc nous en déduisons que l'eau multiplie son volume par 1700 en passant à l'état de vapeur à 100°C.

Nous comprenons dès lors que la projection d'eau dans la pièce en feu modifie les concentrations de vapeurs combustibles puisque 1,7 m³ de vapeur se forme par litre d'eau projetée.

⇒ la concentration en vapeurs combustibles baisse jusqu'à passer en dessous de la L.I.L. : la vapeur d'eau étant incombustible, l'inertage se produit.

Les applications numériques relatives aux deux modes d'action fondamentaux de l'eau par refroidissement et à l'inertage permettent de comprendre :

- ☉ les **techniques à mettre en œuvre**, en particulier **pour retarder et lutter** contre l'**Embrasement Généralisé Eclair** (Flash - over),
- ☉ la **nécessité** de disposer d'un établissement en eau alimenté sous un **débit de 500 l/mn.**

4.2. INFLUENCE DES STRUCTURES BATIMENTAIRES

4.2.1. Le comportement au feu des structures

Dans le registre des **incendies de bâtiments**, le domaine de la prévention distingue deux notions essentielles à connaître :

- la **résistance au feu** : elle se mesure par une durée qui correspond au temps pendant lequel les éléments de construction (murs, poteaux, poutres, dalles, portes, ...) jouent le rôle qui leur est dévolu malgré l'action d'un incendie. La mesure s'effectue dans des conditions normalisées,
- la **réaction au feu** : c'est l'ensemble des phénomènes d'affaiblissement des caractéristiques de résistance mécanique (carbonisation, pyrolyse, émission de gaz ou de fumées, production de gouttes enflammées) qui se manifestent à partir d'une élévation de température et aboutissent à la désagrégation, puis à l'inflammation des gaz dégagés par le matériau.

La **résistance** concerne donc les **éléments de construction** (murs, portes...) et la **réaction** concerne le **matériau** employé (bois, béton, verre, plastique...).

Il est intéressant de distinguer les constructions en fonction de leur résistance et de leur réaction au feu. Ainsi sommes-nous amené à classer les bâtiments présentant :

- une bonne résistance et une bonne réaction au feu. En règle générale, ils sont construits en matériaux incombustibles présentant une bonne stabilité au feu. C'est le cas des constructions en béton, briques, pierres,
- une mauvaise résistance mais une bonne réaction au feu. Ce sont les bâtiments métalliques (magasins, hangars...) qui s'affaissent rapidement sous l'effet de la chaleur,
- une bonne stabilité et une mauvaise réaction au feu : c'est le cas de structures composites telles certains lamellés – collés ou panneaux sandwiches,
- une mauvaise résistance et une mauvaise réaction au feu. Il s'agit par exemple des bâtiments en bois non traité.

La connaissance des éléments de résistance et de réaction au feu peut aider à la décision d'engagement des personnels en fonction des risques d'effondrement.

Pour compléter la connaissance des constructions, il est nécessaire de posséder quelques notions sur la structure des bâtiments. A titre d'exemple, l'étude porte essentiellement sur les habitations pour les raisons suivantes :

- les feux d'habitation représentent la majorité des incendies mortels de bâtiments traités par les sapeurs-pompiers en France,

- ces feux prennent souvent naissance dans une pièce de dimensions moyennes (chambre, cuisine...) ce qui entraîne une évolution rapide du feu.

Il est néanmoins important de garder à l'esprit que **tous les locaux fermés** (locaux industriels, établissements recevant du public, immeubles de bureaux...) sont concernés par les éléments décrits dans le présent chapitre.

4.2.2. Les principes actuels de construction et l'incendie

4.2.2.1. Introduction

Un bâtiment, quelle que soit sa destination (habitation, E.R.P, hangar, ...) a pour but de former une **enveloppe protectrice** contre les agressions extérieures, les aléas climatiques notamment.

Pour protéger ses occupants ou son stockage de matériaux, un bâtiment doit donc présenter :

- une bonne résistance mécanique (résistance au vent, solidité...) par rapport à la destination du bâtiment,
- une bonne isolation vis à vis de l'extérieur (thermiquement et phoniquement).

4.2.2.2. La résistance mécanique

Sans entrer en détail dans ce domaine qui sort du cadre de l'étude, la **solidité** d'un bâtiment dépend principalement des **matériaux** employés et des **dimensions** des éléments de construction (murs plus ou moins épais...).

En final, ce sont donc des considérations de **confort** donc de **coût** en fonction de la destination du bâtiment qui sont prises en compte, ceci en respect des **règlementations** en vigueur.

Nous ne détaillons pas ici la résistance mécanique en fonction des modes de construction. L'aspect de la solidité d'une construction soumise à un incendie sera vu au chapitre infra 6.1. LA SECURITE.

4.2.2.3. Les pertes thermiques

L'enveloppe d'un bâtiment est généralement constituée d'une dalle, de murs et d'une toiture. Cet ensemble d'éléments forme une sorte de **peau résistante** qui sépare l'intérieur du bâtiment de l'extérieur considéré comme hostile pour les occupants du bâtiment.

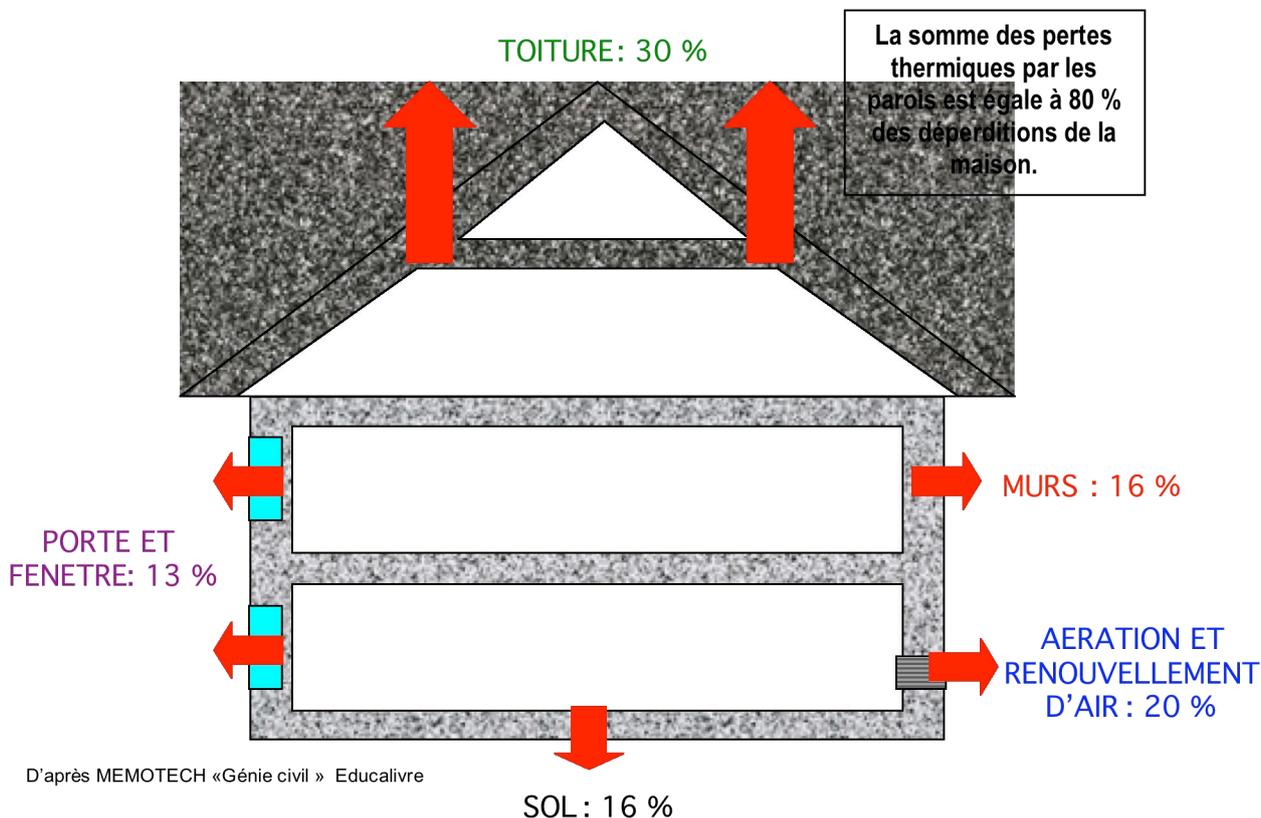
L'enveloppe est donc l'interface d'échanges multiples entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment. Parmi ces échanges, nous pouvons citer :

- la chaleur,
- le renouvellement d'air,
- le bruit.

Les **échanges de chaleur** et la **ventilation** ont une importance fondamentale dans le comportement d'un incendie en milieu clos. Ils expliquent en partie des phénomènes dangereux tels que l'**Embrassement Généralisé Eclair** (Flash - over) et l'**Explosion de Fumées** (backdraft).

De manière générale, une maison non isolée thermiquement perd de la chaleur de la manière suivante :

Remarque : la somme des pertes indiquées par le dessin est égale à 95% ; les 5% restants sont dus aux



perdes par « ponts thermiques » (défaut de continuité de l'isolation au niveau des jointures d'isolant).

Toutes ces **déperditions de chaleur**, à l'exception de celles par renouvellement d'air, se font par **conduction** à travers les parois de l'enveloppe.

Nous avons vu au chapitre 4.1.2.2. que la conductivité thermique est variable d'un corps à l'autre. Pour quantifier cette conductivité thermique de parois, nous mesurons la **conductance K**.

Dans le cadre de la politique d'économies d'énergie, depuis les années 70, la réglementation fixe des valeurs pour K à ne pas dépasser afin de limiter les pertes thermiques. Les grandes lignes de ce principe sont citées dans le Code de la Construction et de l'Habitation et précisées dans des textes techniques : les D.T.U. (Documents Techniques Unifiés).

Les valeurs préconisées par la réglementation dépendent des **régions** et de l'**altitude** ; elles sont de l'ordre de quelques $W.m^{-2}.K^{-1}$.

A titre d'exemple, les spécialistes de thermique considèrent qu'un mur très bien isolé présente un coefficient K d'environ $0,5 W.m^{-2}.K^{-1}$.

En réalité, les murs classiques présentent des valeurs suivantes de K :

- mur de béton

Epaisseur (en centimètres)	5	10	15	20
K (en W.m ⁻² .K ⁻¹)	5,8	4,2	3,7	3,3

- mur de pierre

Epaisseur (en centimètres)	15	30	60	100
K (en W.m ⁻² .K ⁻¹)	4,5	3,7	2,7	2

- mur de brique creuse

Epaisseur (en centimètres)	15	20	30
K (en W.m ⁻² .K ⁻¹)	2	1,6	1,2

Par conséquent, afin de ne pas construire des bâtiments dont les murs pourraient atteindre plusieurs dizaines de centimètres, il est nécessaire **d'isoler thermiquement** les maisons.

A titre de comparaison avec les valeurs précédentes, considérons un mur composé d'un assemblage de béton, laine de verre et brique creuse :



Béton Laine de verre Brique creuse

Dans cet assemblage, K dépend surtout de l'**épaisseur de laine de verre** :

Epaisseur (en centimètres)	0	2	5	10
K (en W.m ⁻² .K ⁻¹)	3,1	1,2	0,6	0,3

Les **économies d'énergie** justifient l'intérêt de l'**isolation des bâtiments** pour la vie courante.

4.2.2.4. Les matériaux

Le tableau suivant indique quelques données relatives aux isolants usuels :

Isolant	Masse volumique (en kg.m ⁻³)	Conductivité (en W.m ⁻² .K ⁻¹)
Liège comprimé	500	0,1
Liège expansé	120	0,045
Mousse de polystyrène	30	0,04
Mousse de PVC	35	0,03
Mousse de polyuréthane	35	0,035
Fibre de verre	20 à 300	0,041
Bétons cellulaires	750 à 950	0,2 à 0,3

Ainsi, les éléments de construction suivants ont la même **conductance K** :

- 60 mm de polyuréthane,
- 90 mm de polystyrène extrudé,
- 120 mm de laine de verre faible densité,
- 130 mm de polystyrène expansé.



MEME VALEUR K

Texte à rédiger par TL

La mise en œuvre des techniques d'isolation des locaux concourt à la survenance de l'Embrasement Généralisé Eclair (Flash - over) ou de l'Explosion de Fumées (backdraft).

4.2.3. Les circulations d'air et la ventilation

Les pertes thermiques d'une construction, nous l'avons vu ci-dessus, sont dues à deux modes essentiels :

- la conduction au travers des parois : 80 % des pertes,
- le renouvellement d'air : 20 % des pertes.

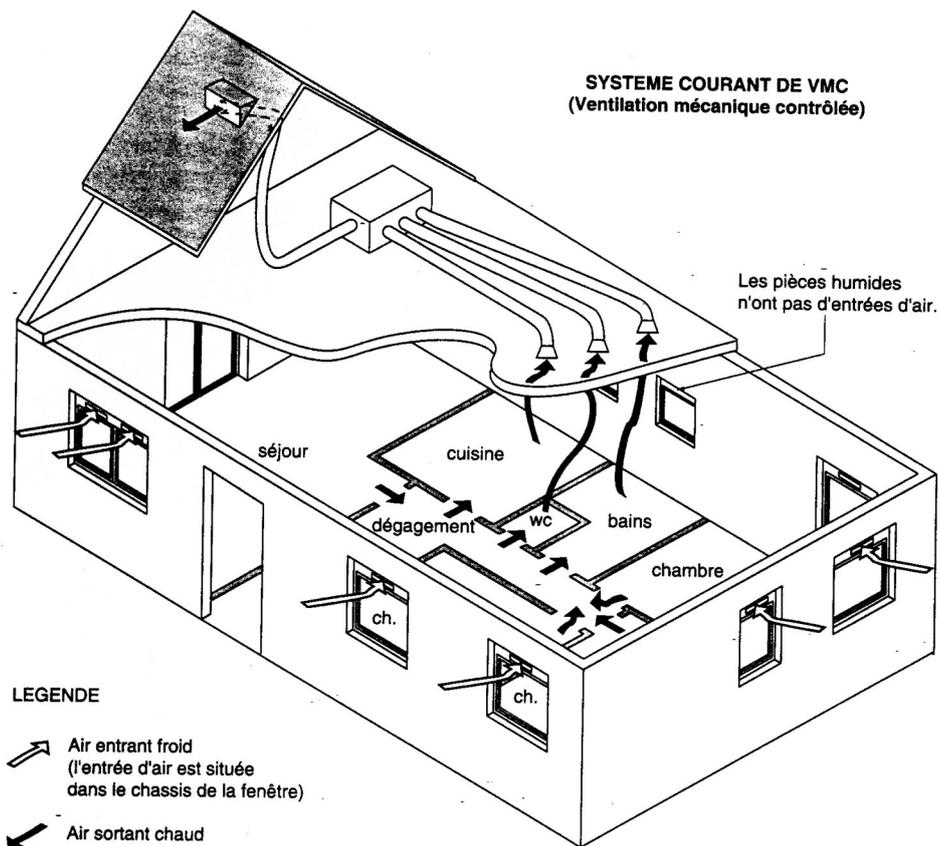
Or, toute construction doit impérativement être ventilée pour deux raisons principales :

- l'air vicié chargé en (H₂O), (CO₂), (CO) et autres gaz d'expiration ou de combustion, doit être évacué et remplacé par de l'air frais pour demeurer respirable,
- en l'absence de renouvellement d'air, les constructions renferment de l'humidité ce qui rend la vie dans ces locaux désagréable.

La réglementation impose que toute construction soit ventilée avec des débits définis en fonction de :

- la destination des locaux : chambre, cuisine...,
- le volume de chaque pièce.

En règle générale, une habitation doit posséder des **arrivées d'air frais** au niveau des pièces principales (chambre, séjour) et des **évacuations d'air vicié** au niveau des pièces de service (cuisine, salle de bain). Pour répondre aux objectifs de la réglementation, les logements modernes sont équipés d'une **ventilation mécanique contrôlée (V.M.C.)** avec extraction au niveau des pièces de service.



Origine : « Anatomie de l'enveloppe des bâtiments » – Editions du moniteur

Il ressort de ce schéma que la ventilation doit être efficace dans toutes les pièces, même si les portes sont fermées.

Même en l'absence d'ouverture sur l'extérieur (fenêtre, oculus), **toute pièce possède une arrivée d'air**. De ce fait, même si une pièce aveugle semble confinée, un feu qui se trouverait à l'intérieur est faiblement alimenté en air.

Il en résulte une **combustion incomplète** dont les effets peuvent évoluer vers les **phénomènes dangereux** décrits au chapitre 5.

4.2.4. Les autres aspects

4.2.4.1. L'isolation phonique

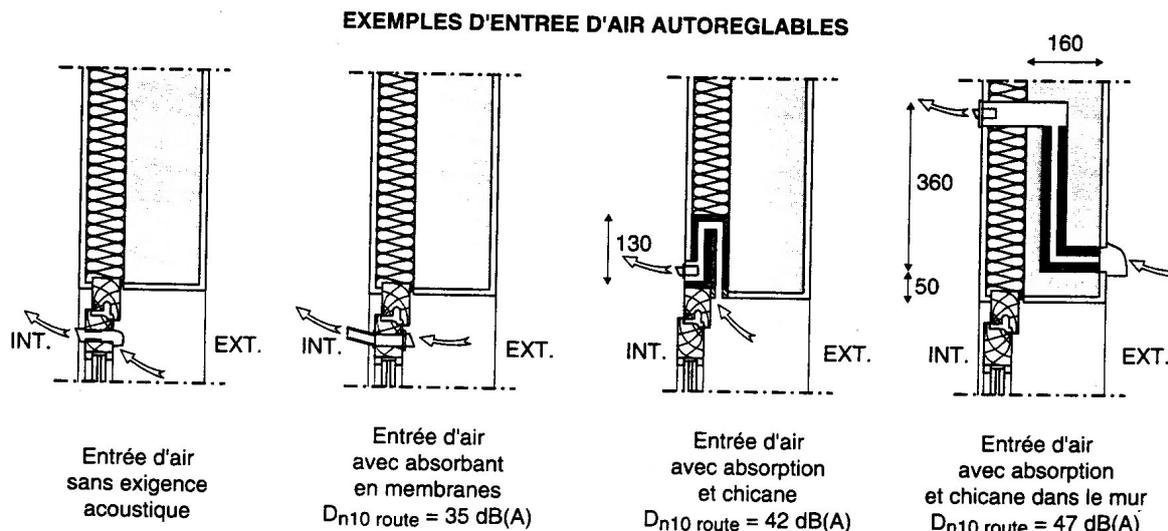
Nous avons vu dans l'introduction qu'un bâtiment, quelle que soit sa destination (habitation, E.R.P, hangar, ...) a pour but de former une enveloppe protectrice contre les agressions extérieures.

Le confort d'un bâtiment repose également sur sa capacité à atténuer les **nuisances extérieures** comme le bruit.

Diverses techniques concourent à cet objectif. Au niveau des parois, l'isolation thermique contribue à limiter la **transmission des bruits** :

- matériaux isolants (polystyrène, mousses, laines minérales),
- double vitrage.

Les arrivées d'air, elles aussi, doivent limiter la transmission du bruit. Pour cela, leur surface est volontairement limitée à quelques cm² tout en répondant aux caractéristiques de débit réglementaire.



Origine : « Anatomie de l'enveloppe des bâtiments » – Editions du moniteur

4.2.4.2. La lutte contre l'effraction

Ces dernières années, la lutte contre l'effraction a dû être renforcée avec l'augmentation des délits. Ceci a eu pour effet de renforcer le **confinement** de certains locaux :

- apparition de vitrages et châssis anti-intrusion,
- renforcement des portes.

Quel que soit le bien fondé des **mesures d'isolation phonique** et de lutte contre l'effraction, il ne faut pas perdre de vue qu'elles constituent un **facteur d'aggravation d'un incendie** :

- ☉ les **vitrages cèdent** beaucoup plus **tardivement** sous l'effet de la chaleur : la **combustion est donc très incomplète** et la **chaleur ne s'évacue pas** ; le risque d'Explosion de Fumées (backdraft) est augmenté,
- ☉ **l'accès à de telles pièces est retardé** et donc le feu est moins vite traité,
- ☉ **l'extériorisation du sinistre est différée**, augmentant le temps de détection, donc d'alerte des sapeurs-pompier.

4.2.5. Conclusion : une maison est un réservoir de chaleur

Les éléments ci-dessus démontrent à l'évidence que toute maison est construite pour limiter les pertes de chaleur tout en amenant de l'air frais.

Les **principes actuels de construction** tendent à **aggraver les conséquences d'un incendie** :

- ☉ **la chaleur évacuée est limitée** ; une maison est un réservoir de chaleur. Celle-ci s'accumule dans la pièce siège de l'incendie, ce qui augmente la violence du feu,
- ☉ **le feu est entretenu par un apport d'air limité** : la combustion qui en résulte est donc très incomplète, par conséquent dangereuse,

ATTENTION : les conduites de V.M.C. et toutes les gaines de ce type sont des passages privilégiés de gaz de combustion inflammables qui peuvent s'accumuler dans des volumes morts (vides sous plafond, combles, greniers...).

4.3. LE POTENTIEL CALORIFIQUE

Par définition, c'est l'énergie calorifique totale par unité de masse, exprimée en Joules par kilogramme (J/kg), qui peut être dégagée par la combustion complète d'un matériau. En réalité, la combustion n'étant jamais complète, il est préférable de tenir compte du potentiel calorifique réel qui est **l'énergie calorifique par unité de masse** dégagée par la combustion d'un matériau dans des conditions d'essai spécifiées.

Le potentiel calorifique d'un bâtiment comprend :

- le potentiel calorifique des matériaux de construction,
- le potentiel calorifique amené par l'activité :
 - ◆ le mobilier (armoires, lit, bureau...),
 - ◆ l'équipement de maison (rideaux, vêtements, livres...),
 - ◆ les revêtements de sol de plafond et de murs,
 - ◆ les éléments de décoration,
 - ◆ le stockage.

Le potentiel calorifique dépend essentiellement de la nature des matériaux inflammables :

- bois (portes, charpente, escalier, parquet, volets, mobilier) : en moyenne, le potentiel calorifique du bois est de 19 MJ/kg ce qui est très important,
- plastiques (volets, canalisations, mobilier, ustensiles divers, cassettes vidéo...) : il existe une très grande variété de plastiques dont le potentiel calorifique peut être très variable selon le produit. A titre d'exemple, le potentiel calorifique du polyéthylène vaut 43 MJ/kg (identique au polypropylène), celui du P.V.C. varie de 4 à 30 MJ/kg (16 MJ/kg en moyenne). Il faut noter également la présence de mousses plastiques souples (mousse de polyuréthane, mousse de latex) dans les matelas,
- matériaux d'isolation (polystyrène, mousse rigide de polyuréthane) : le potentiel calorifique du polystyrène vaut 40 MJ/kg.

De façon générale, les valeurs expérimentales montrent que les **matières plastiques brûlent en dégageant de très fortes quantités de chaleur.**

En outre, par rapport au bois, **ces polymères se dégradent très rapidement** lorsque la température atteint 100 à 300°C.

Cette dégradation s'accompagne de la production d'espèces gazeuses

très inflammables et très toxiques.

4.4. LA CHARGE CALORIFIQUE AU M²

Certains auteurs donnent quelques valeurs pour des pièces données :

- cuisine : 310 MJ/m²
- chambre : 570 MJ/m²
- salon - salle à manger : 310 MJ/m²
- bureau : 400 MJ/m²

Nous pouvons observer que ces valeurs sont relativement élevées.

Une valeur importante du potentiel calorifique est une condition nécessaire mais non suffisante pour avoir des feux violents ou dangereux.

4.5. LES TRANSFERTS DE CHALEUR DANS UN FEU DE STRUCTURE

4.5.1. La définition du problème spécifique des feux de bâtiment

L'influence de l'environnement du foyer est essentielle lorsque l'on aborde le domaine des feux dans une enceinte, ce qui est le cas de tous les feux bâtimentaires (feux de chambre, de caves, d'appartement, de maisons, de bureaux, de bâtiments industriels...).

Par **feu d'enceinte en milieu clos ou semi-ouvert**, nous définissons tout feu qui se produit dans un volume matérialisé par des parois (plafond, plancher, murs). Plus simplement, cela revient à dire que le feu se produit dans une « boîte ».

Ces feux sont à opposer aux **feux libres** (en plein air) où aucun élément immobilier n'influe sur le comportement de la combustion.

Nous verrons dans la suite que les dimensions de l'enceinte ont une influence importante pour le comportement de l'incendie. Sans entrer trop dans le détail, nous pouvons d'ores et déjà affirmer qu'un feu aux dimensions réduites (peu de combustible) dans un très grand volume se ramène au cas d'un feu libre.

En revanche, lorsque la quantité de combustible devient non négligeable par rapport au volume de la pièce, le comportement de l'incendie est notablement modifié par rapport au feu libre.

En effet, un feu d'enceinte présente quatre caractéristiques très importantes :

- **la quantité d'oxygène est limitée** : ceci entraîne un comportement très différent de celui des feux en plein air pour lesquels la quantité de comburant est illimitée ; c'est d'ailleurs ce paramètre qui permet de distinguer l'embrasement généralisé éclair (Flash - over) et l'explosion de fumées (backdraft),
- **les gaz libérés par la combustion sont emprisonnés dans la pièce**, à la différence des feux en plein air où ils se dissipent. Du fait de la quantité limitée d'oxygène, beaucoup de ces gaz sont incomplètement oxydés, donc combustibles, donc potentiellement dangereux,
- **la chaleur s'évacue mal** ;
- **une légère surpression apparaît en partie haute du local** à cause de la dilatation des gaz chauds.

La violence d'un feu dépend essentiellement de 2 paramètres

➤ **la charge calorifique au m²**

et

➤ **le degré de ventilation.**

Diverses études ont montré que lorsque la charge calorifique est suffisamment élevée et c'est généralement le cas dans la plupart des locaux, c'est le **degré de ventilation** qui conditionne la violence du feu. Nous avons vu précédemment que la ventilation existe toujours, même dans des locaux fermés.

Le degré de confinement du feu dans un local peut cependant être variable au cours du temps : ce confinement qui peut être quasi total (ventilation limitée au débit permis par les arrivées d'air) au début du feu cesse de l'être par exemple lorsqu'une porte est ouverte ou après un bris de vitrage.

Au passage de l'état d'enceinte presque hermétique à celui d'un local en communication aéraulique avec d'autres volumes correspondent des créations de mouvements d'air frais et de gaz de combustion qui peuvent avoir des conséquences importantes.

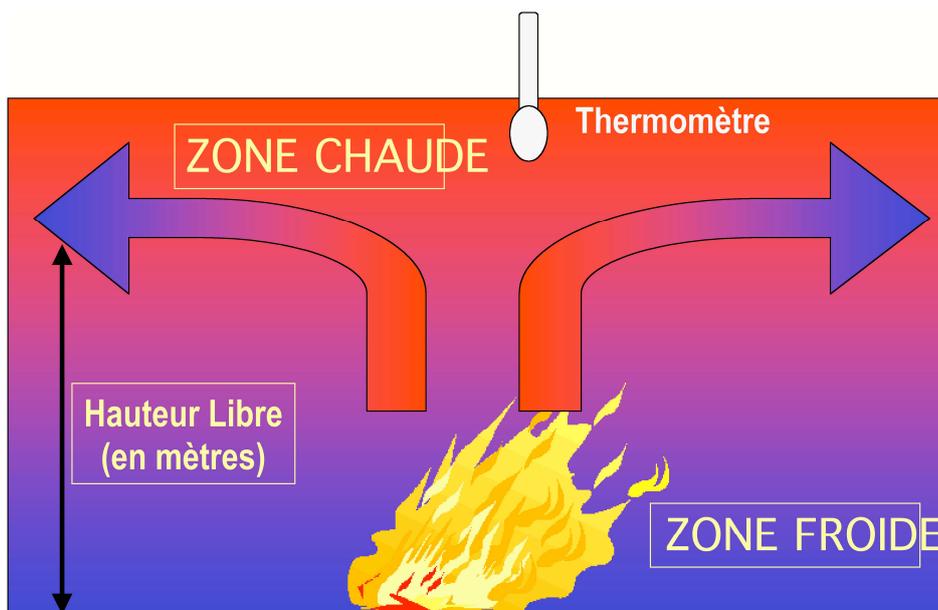
Le degré de la « ventilation » d'un local a une nette influence sur la puissance du feu qu'il peut abriter, de même que sur l'occurrence de survenance d'un embrasement généralisé éclair (Flash - over) ou d'une explosion de fumées (backdraft), comme nous allons le voir dans les chapitres suivants.

4.5.2. Les modèles de zones

Nous savons que 65 % de la chaleur émise par une flamme sont dissipés par **convection** dans le panache de fumées. La densité des gaz chauds transportés implique que la chaleur s'accumule en partie haute ; en première approximation, 2 zones vont se former :

- une zone « chaude » en partie haute composée par la couche de fumée : la hauteur entre le sol et la couche de fumée s'appelle « hauteur libre »,

- une zone « froide » en partie basse.



A partir de ce **modèle de zones**, nous pouvons étudier de manière simplifiée par rapport à la complexité de la réalité le comportement d'un feu dans une enceinte en se souvenant que :

- **la quantité d'oxygène est limitée** : ceci entraîne un comportement très différent des feux en plein air où la quantité de comburant est illimitée ; c'est d'ailleurs ce paramètre qui va nous permettre de distinguer l'embrasement généralisé éclair (Flash - over) ou l'explosion de fumées (backdraft),
- **les gaz libérés par la combustion sont emprisonnés dans la pièce**, à la différence des feux en plein air où ils se dissipent. Du fait de la quantité limitée d'oxygène, beaucoup de ces gaz sont incomplètement oxydés, donc combustibles, donc potentiellement dangereux.
- **la chaleur s'accumule dans la pièce** ce qui accélère la combustion et contribue à dégrader les matériaux inflammables présents dans la pièce par pyrolyse (ou distillation).

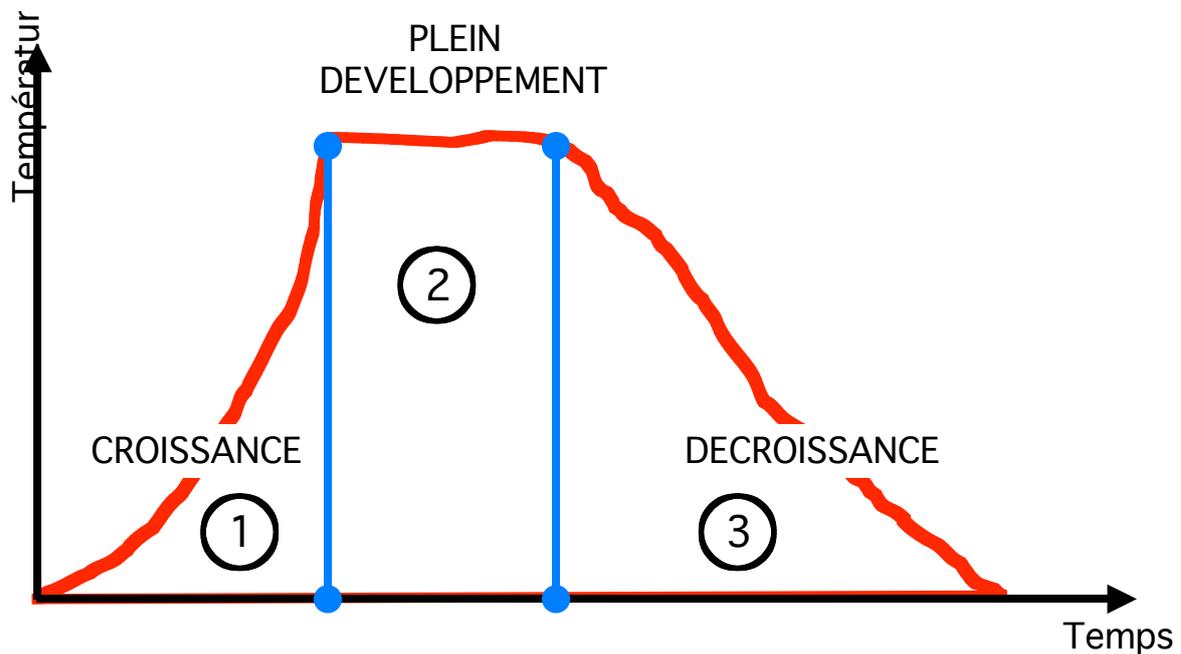
De part le **mouvement de convection** acquis et de son blocage par la présence du plafond, les fumées chargées en gaz chauds vont s'accumuler dans les régions les plus hautes de la pièce sinistrée.

Les gaz chauds se répandent latéralement **du plafond vers le bas** obligeant l'air plus frais à rechercher les niveaux les plus bas, et en allumant finalement tous les combustibles se trouvant en partie haute de la pièce.

La température de ces gaz chauds (vapeur d'eau, dioxyde de carbone, monoxyde de carbone, gaz de pyrolyse imbrûlés, gaz divers, suies,...) peut atteindre **plusieurs centaines de degrés Celsius** au niveau du plafond.

Les mesures de température effectuées au niveau du plafond permettent de tracer la courbe température/temps d'un feu.

En règle générale, l'allure de la courbe est la suivante :



Cette courbe présente 3 étapes caractéristiques :

- ➔ ① : croissance
- ➔ ② : plein développement
- ➔ ③ : déclin ou décroissance

Remarque : certains auteurs évoquent 5 étapes :

- éclosion
- croissance
- embrasement généralisé éclair (Flash - over)
- plein développement
- déclin ou décroissance

Cette approche ne faisant que détailler la phase ① de la courbe ci-dessus, seul le modèle à 3 étapes est retenu dans la suite de cet ouvrage.

4.5.3. La ventilation

L'intensité d'un feu est liée à la **quantité de chaleur** émise par la réaction de combustion et à la **vitesse de libération de cette énergie** : on parle alors de la puissance du feu telle que :

$$\dot{Q} = \dot{m}_f \times \Delta h_e$$

où

\dot{Q} = *puissance du feu en kW*

\dot{m}_f = *vitesse d'émission de vapeurs combustibles en kg / s*

Δh_e = *chaleur effective de combustion en kJ / kg*

La valeur de Δh_e correspond à la chaleur libérée par le combustible lors d'une combustion incomplète ; elle est exprimée en joules par kilogramme de combustible. Elle diffère donc de la valeur que l'on peut trouver dans des tableaux de données thermochimiques qui correspondent aux valeurs mesurées lors d'une combustion complète.

La valeur effective est difficile à mesurer car il existe plusieurs concentrations de combustibles pour lesquelles la combustion est incomplète : toutes les valeurs comprises entre la L.I.I. et la concentration stœchiométrique.

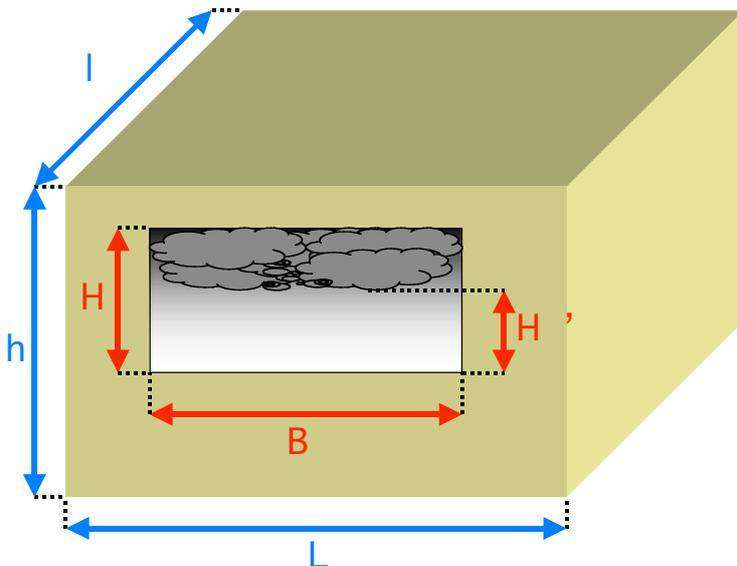
Par contre, pour la plupart des combustibles, la chaleur libérée par kilogramme d'air consommé est à peu près constante : elle vaut 3 MJ par kilogramme d'air consommé.

Ce point est remarquable car il va permettre d'estimer la puissance d'un feu en fonction du volume d'air disponible ou du renouvellement de l'air dans une pièce. Ainsi, la relation précédente peut s'écrire sous la forme :

Or, ce renouvellement d'air est lié à la taille des ouvertures d'aération et cette donnée peut facilement être mesurée. En pratique, les calculs reposent sur une valeur appelée **facteur de ventilation**.

Pour définir ce facteur, considérons la pièce suivante :

La pièce possède les dimensions suivantes :



La pièce ci-contre présente une seule ouverture (fenêtre) qui permet d'alimenter le feu en air frais par sa partie basse.

La fumée s'échappe par la partie haute de cette même fenêtre.

- longueur L
- largeur l
- hauteur h

La fenêtre a pour dimensions (encadrement) :

- largeur B
- hauteur H

Mais en pratique, lorsqu'il n'y a qu'une seule ouverture, seule la partie basse de celle-ci permet l'alimentation en air du foyer car les fumées s'échappent en partie haute de la fenêtre. L'arrivée d'air se fait par la section libre $B \times H'$.

L'analyse des écoulements d'air à travers cette section montre que le régime de combustion est proportionnel à une valeur, appelée facteur de ventilation, qui est égale à :

$$B \times H' \times \sqrt{H'}$$

$$\text{ou, en posant } A = B \times H',$$

$$A\sqrt{H'}$$

Des mesures montrent que le débit calorifique des feux de pièce est égal au produit d'une constante k par le facteur de ventilation :

H' est une hauteur variable selon le cas, donc c'est une valeur difficile à estimer. Toutefois, on peut démontrer que H' est directement proportionnel à H qui est une valeur fixe liée à la pièce. En posant $A = B \times H$ (surface de l'ouverture), l'expression précédente peut alors être simplifiée de la manière suivante :

$$\dot{Q} = \text{constante} \times A \sqrt{H'}$$

Où l'on ne fait apparaître que les paramètres du bâtiment (A et H).

Plusieurs chercheurs ont montré que K vaut environ $1500 \text{ kJ.M}^{5/2}$. L'expression devient alors :

$$Q(\text{en kW}) = 1500 \times A \times$$

Exemple : un feu dans une pièce dont la seule ouverture est une porte de hauteur égale à deux mètres et de largeur égale à 1 mètre est susceptible, à condition qu'il y ait suffisamment de combustible dans la pièce, de libérer 4240 kW, soit 4,2 MW.

Plus un feu est ventilé, plus la quantité de chaleur dégagée est importante et donc le feu est plus violent.

Cette **chaleur QF** émise par le feu est dissipée dans la pièce de la manière suivante :

- QR par rayonnement dans la pièce vers tous les objets présents (mobilier, murs, plafond, sol, ...),
- QCV par convection : une partie (QCV1) s'échappe hors de la pièce entraînée par le panache de fumées. Une autre partie (QCV2) chauffe les parois (murs, plafond, ...),
- QCN par conduction à travers les parois.

Le principe de conservation de l'énergie implique que :

$$QF = QR + QCV1 + QCV2 + QCN$$

Il est évident de constater que les bâtiments modernes perdent de moins en moins de chaleur :

- l'isolation thermique limite QCN
- les locaux aveugles ou disposant de vitrages renforcés (double vitrage d'isolation ou verre anti-intrusion) limitent les pertes par convection QCV1 hors de la pièce (les fumées ne s'échappent pas) et induisent donc indirectement lors d'un feu, des situations de danger.

RAPPEL :

ATTENTION, les conduites de V.M.C. et toutes les gaines de ce type sont des passages privilégiés de gaz de combustion inflammables qui peuvent s'accumuler dans des volumes morts (vides sous plafond, combles, greniers...).

La chaleur ne s'évacue pas, **la pièce monte en température** ; les objets qui se trouvent dans la pièce sont davantage chauffés et se mettent à « **distiller** ».

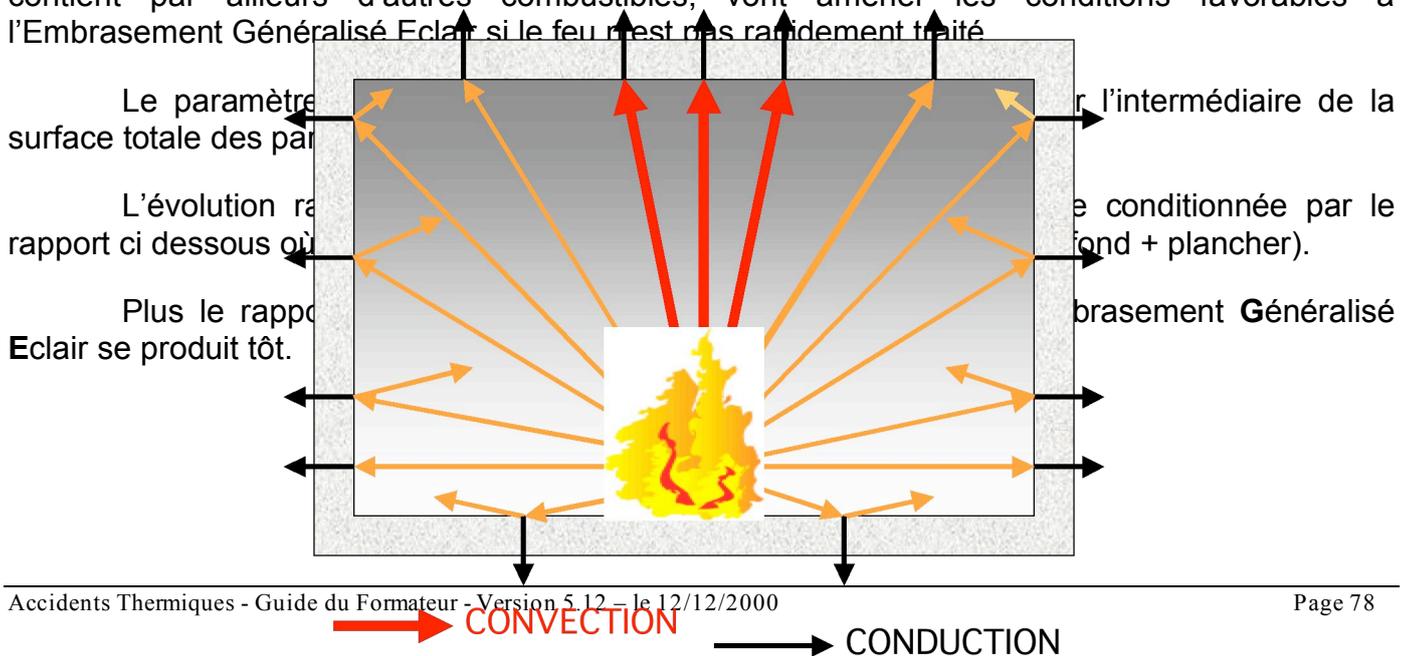
Nous savons que tout objet chauffé émet du rayonnement. C'est le cas des murs et du plafond qui sont chauffés par rayonnement et convection. Comme **la conduction est limitée**, la température de ces parois augmente et elles émettent à leur tour du rayonnement vers l'intérieur de la pièce.

Le **rayonnement** contribue à **chauffer encore davantage** les objets dans la pièce ; c'est un véritable **cercle sans fin** dont la principale conséquence est une **élévation importante de la température** dans la pièce (**principe de fonctionnement des fours de cuisson ou des fours industriels**).

Cette élévation de température peut entraîner l'apparition de phénomènes très dangereux :

- ⊙ l'**Embrasement Généralisé Eclair** (Flash - over),
- ⊙ l'**Explosion de Fumées** (backdraft).

Au delà de la valeur , le volume de la pièce est aussi un paramètre important. Ainsi, la combustion de quelques palettes de bois dans un immense entrepôt vide de plusieurs centaines de m² ne générera pas le phénomène puisque la quantité de chaleur émise par ce feu ne fera pas monter de façon dangereuse la température dans l'entrepôt (dans ce cas, le feu est libre). Par contre, ces mêmes palettes en feu, dans une pièce moyenne (4 m x 3 m x 2,5 m) qui contient par ailleurs d'autres combustibles, vont amener les conditions favorables à l'Embrasement Généralisé Eclair si le feu n'est pas rapidement traité



Le schéma ci-dessus est très simplifié par rapport à la réalité. Tous les phénomènes sont interdépendants.

En particulier, nous pouvons observer que la couche de fumée émet du rayonnement : tout corps chauffé, qu'il soit solide, liquide ou gazeux, émet un rayonnement thermique d'autant plus important que sa température soit élevée : **c'est le cas de la couche de fumées qui transporte la chaleur par convection.**

La température sous plafond peut atteindre plusieurs centaines de degrés Celsius, ce qui entraîne l'émission d'un flux thermique de 10 à 30 kW/m².

Il est possible d'estimer le débit calorifique (en kW) qui doit être libéré dans une pièce ou espace fermé similaire pour élever la température de la couche haute à un point susceptible de provoquer un **Embrassement Généralisé Eclair (Flash - over)**.

La formule suivante a été proposée par THOMAS et plus tard discutée par BABRAUSKAS.

$$\dot{Q} = 7,8 \times At + 378 \times A \times \sqrt{H'}$$

AT = [2 × (L × l + (L + l) × h) – A] est l'aire totale des parois de la pièce

A est l'aire de l'ouverture (B × H')

H' est la hauteur de cette ouverture

L, l et h sont respectivement la longueur, la largeur et la hauteur de la pièce, toutes les valeurs sont exprimées en mètres.

APPLICATION NUMERIQUE

- pour une chambre de dimensions moyennes (m) L = 4 ; l = 3 ; h = 2,5
- si l'ouverture est une porte telle que H' = 2 et B = 0,85 (d'où A = 1,7)

nous obtenons **Q = 1,5 MW.**

Il faut donc que le feu ait un débit calorifique au moins égal à 1,5 MW pour qu'il y ait Embrassement Généralisé Eclair (Flash - over).

Pour mémoire, la combustion d'un matelas synthétique produit un débit calorifique moyen de 3 MW.

Une chambre à coucher « conventionnelle », d'une dizaine de mètres carrés, contenant 1 lit, une armoire et deux tables de chevet va produire un débit calorifique de l'ordre de 10MW lors de son embrasement généralisé.

Conclusion : au vu de tous ces éléments, il est évident que l'emploi d'une L.D.T. lors d'un feu de chambre généralisé (par exemple), est **très notablement insuffisant**. Un débit de l'ordre de 500 l/mn est **indispensable** pour prévenir et traiter un tel incendie (cf. §4.1.3.).

PEDAGOGIE PAR OBJECTIF

LES PHENOMENES DANGEREUX

Chapitre 5

A la fin de la lecture de ce chapitre, vous devrez être capable de :

SAVOIR

- **Reconnaître** les phénomènes d'Embrassement Généralisé Eclair (Flash - over) et d'Explosion de Fumées (backdraft) d'après leurs signes caractéristiques.

Afin de :

SAVOIR FAIRE

- **Diagnostiquer** l'un ou l'autre et permettre d'**adapter** en conséquence la suite des opérations.

Pour :

SAVOIR ETRE

- **Convaincre** les auditeurs de l'intérêt de connaître parfaitement ces deux phénomènes dans tous leurs aspects.

5. LES PHENOMENES DANGEREUX

5.1. INTRODUCTION

Comme nous venons de le voir, nous nous situons dans un environnement bâtementaire. Lorsqu'un sinistre se déclare, et quelle qu'en soit la cause, plusieurs éléments entrent en ligne de compte.

Afin d'appréhender les phénomènes d'Embrasement Généralisé Eclair (Flash - over), et d'Explosion de Fumées (backdraft), appliquons les notions élémentaires abordées précédemment.

5.1.1. L'enveloppe

Une maison d'habitation, un immeuble, un E.R.P., tout local quelle que puisse être son activité, est conçu selon le même principe : il constitue une enveloppe au sein de laquelle la vie se développe.

Cette enveloppe technique a une double fonction : protéger les occupants contre les intempéries, les bruits, les intrusions et maîtriser les **échanges thermiques entre l'extérieur et l'intérieur** de la construction. Les constructions modernes, de par leur conception, constituent maintenant des « réservoirs » dans lesquels la chaleur se retrouve confinée.

5.1.2. Les éléments nécessaires à la combustion

5.1.2.1. Les radicaux libres

Ils sont en partie responsables de la naissance du feu mais également de sa propagation. Les **radicaux libres** n'ont cependant qu'une action secondaire en ce qui concerne l'étude des phénomènes thermiques qui nous préoccupent et ne feront ici l'objet d'aucun développement.

5.1.2.2. Le combustible

L'époque où l'habitat était composée en majorité de minéral et de végétal est révolue, aujourd'hui les matériaux de synthèse y sont en très grande quantité : le **potentiel calorifique** croit d'autant et la **charge calorifique** à l'intérieur des constructions s'en trouve significativement augmentée.

Il est communément admis que le combustible alimentant un sinistre est constitué par le mobilier et l'ensemble des biens contenu dans un local.

En première approche, le principe est exact : le foyer initial, par les phénomènes de rayonnement notamment, pyrolyse les éléments combustibles qui se retrouvent à l'état gazeux.

Cependant, après quelques minutes d'incendie, ce principe devient inexact : la combustion libère aussi des **produits hautement combustibles** comme les gaz imbrûlés, les suies, les éléments de combustion incomplète notamment le monoxyde de carbone ((CO)).

Tous ces combustibles se retrouvent dans l'ambiance gazeuse de la pièce, dans les fumées et principalement en partie haute du volume lorsque le régime thermique et aérodynamique de la pièce est établi : **l'inflammabilité des fumées**, à tort trop souvent négligée, joue alors un rôle primordial dans la suite des événements.

La quantité de combustible initialement présente sous la forme du mobilier, des équipements et des biens dont disposent les occupants se trouve répartie dans tout le volume.

Lors d'un sinistre, ce **potentiel calorifique** se trouve **augmenté** par la **libération de fumées et gaz de combustion hautement inflammables**.

5.1.2.3. L'énergie et l'air

Nous sommes contraints d'associer ces deux éléments car dans le cas du feu de bâtiment et plus précisément en ce qui concerne les feux en volumes clos ou semi-ouverts, nous devons raisonner en terme **d'ECHANGES**, notion indispensable dans l'explication des phénomènes étudiés.

Plaçons-nous à l'échelle d'une pièce qualifiée de « standard » : une chambre à coucher, une salle de séjour, un salon...

Les normes et méthodes de construction font apparaître deux constantes :

- une **isolation phonique et thermique**,
- une **circulation d'air** par le renouvellement auquel contribue, notamment, la V.M.C.

La pièce peut être considérée comme une sorte de « **boîte à feu** » : elle contient des revêtements de sol et de surface, des éléments de décoration, des meubles, des vêtements, du linge, des équipements électriques ou électroniques, des archives, soit une certaine **charge calorifique** sous la forme du combustible initial.

Pour qu'un incendie se déclare, il faut une **origine énergétique** ; elle est supposée suffisante et efficace dans la genèse du sinistre.

Très rapidement, les fumées et les résultats des échanges au-dessus de la combustion ne sont pas neutres d'un point de vue thermique : plus de **65 % de l'énergie libérée** « en partie haute » par le foyer, se retrouvent à nouveau dans le **ciel gazeux** de la pièce.

Il faut un comburant, ici l'air ambiant avec ses **21% d'oxygène**.

Si nous nous intéressons au schéma ci-après et aux données indiquées, il faut une **grande quantité d'oxygène** pour qu'une combustion optimisée soit possible. Or, le volume de comburant initialement contenu dans la pièce est très rapidement insuffisant : **de l'air doit donc pénétrer dans l'enceinte.**

Une légère surpression due à la dilatation des gaz de l'incendie, existe en partie haute du local. Une dépression s'installe en partie basse du même local et de l'air pénètre. Ces quantités de matières entrantes après avoir été transformées par la combustion, vont alors devoir ressortir conjointement avec le combustible initial également impliqué.

Dans un incendie, ce sont les règles d'échanges « entrée / sortie » pour les matières « combustible(s) / comburant » mais également pour l'énergie qui conditionnent l'évolution des phénomènes.

(Voir illustration)

5.2. L'EMBRASEMENT GENERALISE ECLAIR ou "FLASH - OVER"

5.2.1. Description du phénomène

5.2.1.1. La phase de démarrage

Nous sommes dans la phase initiale de l'incendie. Le volume de la pièce dans laquelle se développe le sinistre n'a pas d'influence à ce stade. Le début de la « **montée en puissance** » de l'incendie est directement liée à la quantité de combustible. On dit que « **le feu est contrôlé par le combustible** ».

Lors de sa **phase de démarrage, l'incendie croît en fonction du combustible** : plus celui-ci est conséquent et plus le feu est important.

A faire : schéma d'un cube avec un feu faible

Le volume de la pièce et les ouvrants sont suffisants pour que les échanges « **air / produits de combustion + chaleur** » ne soient pas influencés de manière notable.

L'apport de combustibles est dû à la pyrolyse des matériaux présents dans la pièce. Leur dégradation thermique est fonction des paramètres suivants :

- **nature,**
- **forme et surface d'échange,**
- **propriétés physico-chimiques,**

- **position spatiale,**
- **environnement.**

Dans la phase initiale, le sinistre est un **feu libre** : le taux de pyrolyse et l'énergie libérée sont dus à la combustion des premiers éléments combustibles eux-mêmes et non pas à l'ajout des gaz et fumées combustibles contenus dans tout l'environnement de la pièce.

Schéma du développement du ciel gazeux

5.2.1.2. La phase de croissance

En fonction du temps, le feu croît dans le volume donné. Lors de cette phase de croissance, **l'instabilité est maximale.**

Le volume dans lequel croît l'incendie est partiellement ouvert, permettant ainsi :

- au comburant, l'oxygène, de pénétrer,
- mais également
- aux gaz, aux fumées et à la chaleur produits par le sinistre de s'évacuer partiellement vers l'extérieur.

A faire : schéma rappel de la « boîte à feu »

Malgré l'apport d'air extérieur, l'air (donc l'oxygène) disponible dans le volume considéré n'est plus suffisant pour entretenir une combustion.

Un calcul simple, bien qu'approximatif, est significatif. Pour une pièce de 4 m x 5 m x 2,5 m, un volume de 50 m³ renferme sur une base de 21 % d'oxygène dans l'air, une quantité de 10,5 m³ d'oxygène.

Avec une densité voisine de l'air (1,3 g/litre), nous ne trouvons dans cette pièce que 13,650 kg d'oxygène.

De nombreuses études ont montré qu'une moyenne de 5,5 kg d'oxygène est nécessaire pour obtenir la combustion d'1 kg de combustible.

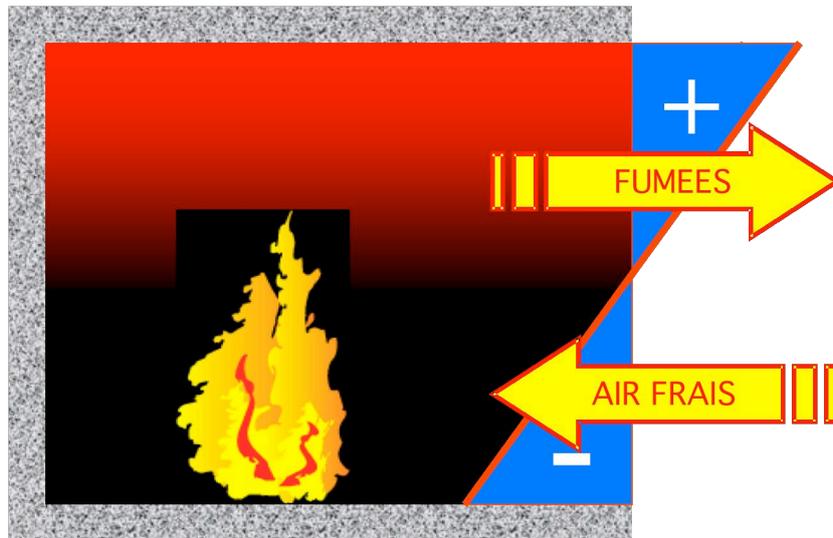
Nous ne pouvons théoriquement brûler qu'environ **2,5 kg de combustible** : il y a donc rapidement besoin d'un **apport d'air extérieur.**

Des **échanges importants** sont indispensables pour la croissance du foyer. Les grands principes de l'aéraulique vont nous permettre d'identifier les phénomènes suivants :

- le **local est en surpression en partie haute** du fait de l'incendie par l'augmentation de la chaleur, par la pyrolyse et par la libération de produits de combustion,

- **de l'air entre par dépression en partie basse**, alimentant l'incendie (notion de transfert de masse),
- des échanges ont lieu avec l'extérieur du volume, à condition d'avoir une ouverture, nous aurons par celle-ci une **sortie des fumées et des gaz en partie haute également une entrée d'air frais en partie basse**.

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



Le feu continue de croître mais sa taille subit l'influence du volume qui le contient.

Les échanges « entrée / sortie » vont être influencés par le contenant.

Examinons tout d'abord, les divers phénomènes énergétiques :

- le phénomène de combustion va libérer de l'énergie sous forme radiative et convective. Pour 1 kg d'air consommé par la combustion, 3.10^6 J sont libérés. Un schéma simple donne la répartition des énergies dans une telle situation :
- les murs, le plafond et le sol de la pièce vont recevoir une partie de cette énergie. Mais leurs capacités d'absorption ne sont pas infinies. Les lois physiques nous enseignent que les échanges de nature convective et conductive sont d'autant plus importants que l'écart de température est grand.

Nous pouvons en conclure que l'énergie libérée par le foyer mais également celle contenue dans les fumées et les gaz chauds est largement absorbée par les murs et le plafond dans les premiers instants.

- en absorbant cette énergie, les parois voient leur température interne augmenter : cela va donc ralentir les échanges.

La capacité d'absorption diminue. L'étanchéité et l'isolation thermique de la pièce contenant le feu jouent un rôle de plus en plus important en « **isolant** » l'incendie de l'extérieur par le ralentissement de l'évacuation de la chaleur.

- par ailleurs, l'énergie radiative correspond au rayonnement thermique qu'un corps émet. Cette énergie est d'autant plus importante que la température du corps est élevée.

Tout corps chauffé émet à son tour un rayonnement thermique

En fonction du temps, les parois vont voir leur température interne augmenter. Cette élévation de température des murs et du plafond provoque l'émission de rayonnements thermiques des parois vers le cœur de la pièce.

Donc, les parois du local vont contrarier le régime d'échanges nécessaire à l'incendie, en étant elles-mêmes devenues des **sources denses de rayonnements**.

Nous assistons à une concentration nouvelle de l'énergie dans la pièce : alors que les ouvertures du local permettent la **continuité de la ventilation** par des entrées d'air apportant le comburant nécessaire au foyer, les **parois du volume** renfermant l'incendie enrichissent thermiquement l'ambiance et l'énergie rayonnée.

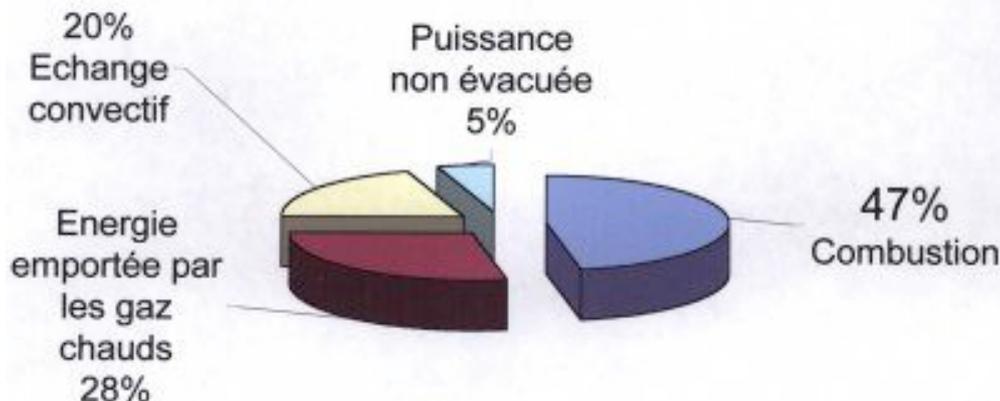
Le volume de la pièce est alors chauffé par l'extension du foyer initial (aux combustibles voisins) et par le rayonnement thermique émis par les parois. L'incendie se développe (phase de croissance) à cause de cet échauffement dans la pièce et grâce à l'arrivée d'air frais par les ouvertures.

Durant cette phase précédant celle du phénomène d'**Embrasement Généralisé Eclair** (Flash - over), un élément primordial est à prendre en considération dès cet instant : **le combustible initial réparti dans la partie basse de la pièce n'est plus seul**.

En effet, partant du plafond un **ciel gazeux combustible** sous la forme d'un matelas de fumées s'est créé lors de la phase de croissance.

Bien que des fumées parviennent en partie à sortir de la pièce, il reste une **épaisse couche de fumées combustibles stratifiées** dont la présence est essentielle dans le déclenchement thermique de l'**Embrasement Généralisé Eclair** (Flash - over).

REPARTITION DE L'ENERGIE LIBEREE PAR LA COMBUSTION



5.2.1.3. Le ciel gazeux

Le problème qu'il convient de se poser, est de comprendre ce qui se passe au sein du **ciel gazeux situé dans la pièce**, au dessus du foyer.

Nous venons de souligner que du « nouveau combustible » est apparu. Derrière cette image, il est nécessaire de saisir **l'interaction de phénomènes complexes**.

Initialement, l'incendie provoque une **agression thermique** sur les éléments combustibles présents dans le volume impliqué. De ce fait, des gaz de pyrolyse sont libérés dans ce volume. Bien que le feu soit correctement ventilé, la quantité d'air frais entrant est quantifiée par un **facteur de ventilation**.

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

Bien qu'une partie du combustible s'échappe par les divers ouvrants du local, la totalité n'est pas évacuée et se retrouve « **piégée** » dans la partie haute du volume de la pièce.

A nouveau, nous rappelons le rôle prépondérant de cette couche dans le mécanisme du phénomène d'**Embrassement Généralisé Eclair** (Flash - over).

Cette couche ou **matelas de fumées** va se comporter comme un ensemble gazeux dont l'une des caractéristiques est une **stratification thermique** qui se met progressivement en place.

Schéma développement du toit du fumées

En fonction de leurs température, les **fumées** et **gaz** vont se **stratifier**, les couches les **plus chaudes sont en partie haute**, les fumées et les gaz les **plus frais en partie basse**.

Ceci justifie l'importance de la **ventilation opérationnelle par le haut**.

La **composition chimique de cette couche** va dépendre :

- de l'incendie par lui-même,
- des produits impliqués dans la combustion,
- du taux de ventilation.

Les **plages d'inflammabilité du mélange gazeux** composant la fumée vont varier en fonction des produits impliqués qui peuvent être :

- des combustibles « ordinaires » avec des domaines d'inflammabilité compris entre 50 et 90 %, une température d'ignition assez basse et une énergie relativement faible d'environ 1000 Kilo Joule / Normal M³, (Normal M³ : 1 m³ de gaz à la pression atmosphérique).
- des gaz « riches » en énergie avec une plage d'inflammation comprise entre 25 et 60 %, une température d'inflammation plus élevée que celle des précédents combustibles « ordinaires » et un potentiel calorifique très supérieur, allant jusqu'à 15000 KJ/Nm³.

Si initialement, nous avons des gaz qui peuvent s'enflammer facilement, l'inflammation de la seconde catégorie de gaz permet de libérer plus d'énergie, avec pour conséquence d'en brûler encore davantage. Le cycle est lancé, en augmentation constante.

Le point important est le caractère hautement inflammable des fumées et gaz issus de l'incendie.

Les fumées et les gaz issus d'un incendie ne sont pas de simples déchets, sous-produits de combustion mais un mélange de combustibles qui occupe tout le haut du volume, au dessus des intervenants...

Il importe d'intégrer la dangerosité de ce ciel gazeux que la littérature technique anglo-saxonne décrit comme étant comparable à du **carburant**.

Le ciel gazeux, **véritable matelas de combustibles inflammables** dissimulé dans la pièce, se constitue, s'enrichit, et devient au fil des minutes de plus en plus dangereux.

Un autre aspect important lié à la composition chimique du matelas gazeux se rapporte à un gaz bien connu sur le plan **toxicologique** par les sapeurs-pompiers mais tout aussi dangereux pour ce qui est de sa **combustion** : le **monoxyde de carbone (CO)**.

Les diverses observations relatées par les sapeurs-pompiers confrontés aux phénomènes (présence de flammes bleutées, caractère éclair et généralisé de l'embrassement) mais également du fait que le dioxyde de carbone (CO₂) et le carbone C peuvent se transformer aux alentours de 500 °C, en monoxyde de carbone (CO) (équilibre de Boudouard) donnent à penser que **le monoxyde de carbone (CO) joue un rôle prépondérant dans la survenue du phénomène**, sachant que sa L.I.I. théorique à 12 % peut ainsi être atteinte.

5.2.1.4. La dynamique du système

Résumons les étapes précédentes :

- un feu s'est déclaré depuis un certain temps et bien que le local possède une ouverture sur l'extérieur, celle-ci permet la ventilation du feu mais s'avère insuffisante pour évacuer la totalité de l'énergie et des matières produites.

- les échanges thermiques par rayonnement vont induire une « montée en température » de l'ensemble du système « volume en feu ». La pyrolyse des éléments combustibles présents dans la pièce ne cesse d'augmenter, créant à son tour du combustible.

L'ensemble des différentes expérimentations témoigne de l'existence d'une couche de fumées et gaz dont la température est comprise dans une plage allant de 450 à 650°C avant l'Embrassement Généralisé Eclair.

Ces éléments ne seront pas inertes sur le plan radiatif.

Cette donnée introduit la notion de « **rayonnements retour depuis la couche chaude** » ou « **feed-back radiatif** » : la couche au plafond est riche en combustibles. Elle émet également du rayonnement thermique à cause de sa température et du fait de la présence des éléments solides la composant (suies...). La loi sur l'énergie radiative s'applique ici également.

Cette couche chaude constitue une entité qu'un thermicien nomme « **corps noir** » ; la propriété de cet élément repose sur le principe qu'il est capable de recevoir énormément d'énergie mais qu'il la restitue presque immédiatement sous **forme radiative** essentiellement. Ainsi, accentuant l'action du foyer initial, l'énergie diffusée augmente à son tour la pyrolyse et la chaleur ambiante.

Les flux de rayonnement thermique avoisinent les 30 à 40 kW/m². Le feu continue à se ventiler mais l'évacuation de la chaleur reste insuffisante.

En se souvenant que les combustibles cellulosiques peuvent s'enflammer à partir de 20 kW/m², on comprend que la phase d'instabilité est maximale et peut évoluer à tout instant vers l'embrasement brutal de tous les combustibles de la pièce (mobilier et fumées).

C'est l'Embrasement Généralisé Eclair appelé "Flash - over" par les anglo-saxons.

Comme le montrent les divers schémas, la cause exacte de l'Embrasement Généralisé Eclair (Flash - over) reste délicate à définir. De très nombreux paramètres régissent la combustion et son expansion : le rôle du monoxyde de carbone ((CO)), l'inflammabilité de la couche de fumées, le taux de pyrolyse et la température d'ignition des gaz issus de cette pyrolyse, les « radiations retour depuis la couche chaude »...

Schéma pré-flashover

Plusieurs hypothèses sont avancées dans l'explication du phénomène. Dans la littérature existante, ce ne sont pas moins de 4 types d'Embrasement Généralisé Eclair (Flash - over) qui sont décrits :

S'agissant de l'inflammation, cette question n'est pas tranchée : certaines hypothèses privilégient une **inflammation de toutes les surfaces actives de pyrolyse**, objets et mobiliers de la pièce qui atteignent leurs températures d'ignition.

L'énergie permettant la montée en température, l'augmentation du taux de pyrolyse et leur inflammation seraient dues à la « **radiation retour** » de la couche chaude située au plafond.

D'autres auteurs soutiennent que l'ignition initiale se situe dans la **couche chaude** dans la partie haute de la pièce.

Il semble que le terme d'Embrasement Généralisé Eclair (Flash - over) soit au final employé pour décrire non pas un processus mais plusieurs.

Quel que soit le scénario d'apparition, ce phénomène est dangereux et une abondante littérature souligne de manière constante que la personne exposée - victime ou sapeur-pompier - ne sort que rarement indemne de ces circonstances.

5.2.2. Les scénarios types

Quatre types possibles de phénomènes peuvent être listés :

- scénario de type 1 : extension très rapide de l'incendie, largement ventilé et qui croît à une vitesse supérieure à la normale,
- scénario de type 2 : cas où le foyer initial enflamme le matelas de fumées et de gaz chauds inflammables. Au-delà des fumées et gaz chauds, les divers courants de convection entraînent des éléments enflammés (brandons, voire même flammèches) ; ils se retrouvent dans une zone inflammable. Nous sommes dans le cas d'un « transfert de feu »,
- scénario de type 3 : les gaz de pyrolyse ainsi que ceux issus de la flamme de l'incendie initial constituent un mélange trop riche. La ventilation existante facilite un brassage progressif et le mélange gazeux atteint les conditions nécessaires pour permettre une inflammation. Les zones d'inflammabilité sont délicates à déterminer car les compositions sont très diverses suivant les incendies,
- scénario de type 4 : cette hypothèse fait appel à une brusque variation de la composition de l'ambiance gazeuse de la pièce. A des températures voisines de 600 / 650 °C, les divers éléments chimiques présents dans le ciel gazeux du volume en feu se retrouvent dans des conditions de température pour lesquelles les divers équilibres chimiques sont très instables.

Le feu produit de larges quantités de dioxyde de carbone (CO₂) incombustible ; cependant, pour des températures supérieures à 650 °C, il peut se former du monoxyde de carbone (CO) (équilibre de Boudouard).

A cette même température, le sinistre provoque le dégagement d'une grande quantité de vapeur d'eau ; elle va pouvoir réagir avec le carbone C pour former de **l'hydrogène H₂ gaz très inflammable** et du monoxyde de carbone (CO) :

- $(CO_2) + C = 2 (CO)$
- $C + (H_2O) = (CO) + H_2$

Ces formations de gaz sont importantes ; l'ambiance gazeuse de la pièce s'enrichit, dans un temps très court, en produits hautement inflammables.

L'**Embrasement Généralisé Eclair** (Flash - over) peut se produire **à partir de 500°C** ; l'ambiance thermique dans le volume devient insupportable. Certains auteurs penchent pour une inflammation initiale au niveau du ciel gazeux, le phénomène de « **Roll - over** » allant dans ce sens, d'autres théories sont fondées sur le « **feed-back radiatif** » qui enflammerait les produits en pyrolyse situés en partie basse de la pièce. Il est permis de penser que c'est une **combinaison de ces solutions élémentaires et complémentaires** qui engendre le phénomène, mais également ses **conditions à la fois réelles et très aléatoires d'apparition**.

Malgré les nuances qui existent sur le mécanisme déclenchant, le résultat est impressionnant :

- **le volume considéré se retrouve entièrement embrasé pendant un très**

long moment,

- ☛ la température « ambiante » atteint environ 1200 °C.

Aucun équipement de protection individuelle de sapeur-pompier ne peut être conçu pour résister durablement à ces ambiances thermiques.

L'incendie, localisé dans une seule partie de la pièce, transforme celle-ci en un brasier considérable risquant de :

- piéger mortellement les intervenants et les victimes,
- déstabiliser le dispositif de lutte et de secours,
- propager l'incendie.

Pour chaque type de situation, de bâtiment ou de construction impliquée, la dynamique du phénomène est différente.

Il reste cependant raisonnable d'estimer à **moins de 10 minutes** le temps de survenue nécessaire pour qu'un **Embrasement Généralisé Eclair** (Flash - over) se produise dans une pièce ventilée par une porte restée ouverte.

5.2.3. Les signaux d'alarme

L'observation des signaux d'alarme de l'imminence d'un **Embrasement Généralisé Eclair** (Flash - over) doit concerner **la partie supérieure du local, à l'intérieur du volume sinistré.**

Initialement, le foyer, localisé en partie basse de la pièce, émet des **flames de couleur jaune vif** ; il est correctement ventilé car au moins une ouverture permet un échange avec une entrée d'air frais malgré une évacuation incomplète sur l'extérieur des produits de combustion et de pyrolyse.

Une **épaisse fumée dense et noire** s'échappe par l'ouvrant du volume impliqué. L'échange étant insuffisant, un **ciel gazeux** se forme dans la pièce. Il a une couleur noire et une apparence grasse ; **le matelas a tendance à s'épaissir, à se densifier.**

Il y a **stratification** des fumées, la **chaleur est très forte et très pesante** : l'intensité de la chaleur radiative oblige alors les personnels à **s'agenouiller.**

Au titre de la protection individuelle et collective, toujours se souvenir que
dans un local :

« S'IL N'EST PAS POSSIBLE, COMPTE TENU DE LA TEMPERATURE, DE SE TENIR DEBOUT, IL FAUT SORTIR ! »

Le phénomène se développe de façon progressive :

1^{ère} phase : la position debout est insoutenable, l'ambiance est désormais dangereuse car surchauffée.

A cet instant, l'utilisation de lances en jets diffusés orientées en partie haute du volume sinistré permet d'atténuer la densité d'énergie du ciel gazeux.

2^{ème} phase : le matelas de fumées s'épaissit jusqu'à sembler « liquide », continue de se densifier.

3^{ème} phase : le phénomène de « Roll - over ». Si rien n'est fait, de courtes flammes (anges danseurs) apparaissent, puis grandissent dans le matelas de fumées.

Schéma des Roll - over

Au titre de la protection individuelle et collective, toujours se souvenir que dans un local

LE ROLL - OVER EST « L'ELEMENT PRECURSEUR » DU FLASH - OVER !

4^{ème} phase : les objets combustibles encore visibles présents dans la pièce émettent des fumées et des gaz inflammables qui s'enflamment spontanément : cendrier en plastique posé sur un guéridon...

5^{ème} phase : le Roll - over s'amplifie et se généralise sous l'aspect de véritables « langues de feu », puis les flammes forment des rouleaux à l'interface « espace libre / fumées ».

6^{ème} phase : le plafond de fumées s'abaisse assez brutalement vers le sol, emplissant la presque totalité du volume sinistré de combustibles gazeux hautement inflammables.

L'Embrasement Généralisé Eclair (Flash - over) se produit avec la libération d'une énorme quantité d'énergie.

Dans tous les cas, il est nécessaire d'être prudent car le diagnostic de l'enchaînement exact des signes reste délicat.

Schéma du Flash - over

Attention, dans ces instants, la situation opérationnelle est intense physiquement et psychologiquement :

la perception sensorielle des intervenants ne s'exerce pas dans les conditions les plus favorables pour détecter les signes annonciateurs de l'**Embrasement Généralisé Eclair (Flash - over)**.

En complément de l'observation attentive des signes ci dessus exposés, une **brutale augmentation de la chaleur rayonnée par le plafond**, donc de la température ambiante doit dans tous les cas attirer l'attention des portes lances ou des gradés d'encadrement et **provoquer l'ordre d'évacuation urgente des personnels**.

Pour illustrer le danger réel et important présenté par les fumées, toujours retenir que :

- ➡ le potentiel calorifique : 1 M³ de fumées ≈ 0,5 M³ de méthane,
- ➡ le flux thermique se situe entre 30 et 40 KW/M² (soleil = 1 KW/M²)

5.2.4. Les actions tactiques à mener par les Sapeurs-Pompiers

En résumé, le **risque d'Embrasement Généralisé Eclair** (Flash - over) est très schématiquement dû à une **accumulation de combustibles et d'énergie dans un local clos ou semi-ouvert**.

Pour prévenir ce phénomène dangereux, **2 règles** sont à respecter :

- ➡ 1 – neutraliser le potentiel calorifique présent par l'emploi des techniques de refroidissement et d'extinction (jet diffusé d'attaque) à l'aide de moyens hydrauliques au débit maximum,
- ➡ 2 – évacuer les fumées et les gaz combustibles présents par la mise en œuvre des techniques de ventilation.

Dans la pratique ces **actions conjuguées** permettent de jouer sur plusieurs registres.

L'imminence du phénomène annoncée par la présence de roll – over, le **plafond de fumées s'abaissant rapidement**, la chaleur écrasante sur les épaules doit interdire toute pénétration dans le volume considéré.

La **distance de sécurité doit être de 1,5 m** : pour cette distance limitée de pénétration dans le volume considéré, **l'évacuation urgente reste possible** en cas d'aggravation brutale de la situation ; au-delà, le sapeur-pompier ne serait pas capable de s'extraire de cet environnement excessivement hostile sur le plan thermique.

5.2.4.1. 1^{ère} REGLE : Neutraliser le potentiel calorifique

Face à des incendies dont l'intensité laisse présager une situation accidentelle de type Embrasement Généralisé Eclair (Flash - over), dans une pièce d'habitation classique, un débit d'attaque de l'ordre de 500 L/min (en jet diffusé d'attaque) doit être mis en œuvre à priori et ajusté si besoin est.

L'usage réfléchi des jets et débits des lances est d'une toute première importance dans la limitation de la survenue du phénomène d'Embrasement **Généralisé Eclair** (Flash - over).

L'eau reste une excellente alliée du sapeur-pompier car cet agent extincteur permet par son application raisonnée :

- ➡ d'absorber une partie de l'énergie présente dans le volume,
- ➡ d'inertier le mélange gazeux par vaporisation,
- ➡ d'éteindre les matériaux en feu ou en ignition,
- ➡ d'évaluer la température, notamment de la couche chaude du ciel gazeux, par le « test du plafond » qui permet d'apprécier le risque d'Embrasement Généralisé Eclair (Flash - over).

La capacité d'absorption énergétique de l'eau dans un incendie dépend du débit d'eau projeté par la lance mais surtout de la forme de cette projection : un jet bâton n'offre que peu d'intérêt car sa surface d'échange est faible.

A contrario, l'efficacité est optimale lors de l'emploi des **jets diffusés de protection ou d'attaque** fournissant des **gouttelettes d'un diamètre moyen de 0,3 mm**.

Ce type de jets et cette taille de gouttelettes :

- autorisent une grande surface d'échange (absorption d'énergie),
- procurent des propriétés mécaniques de projection satisfaisante (portée de la lance),
- permettent une protection thermique du porte lance.

5.2.4.1.1. Premier Principe : absorber une partie de l'énergie présente dans le volume

En préalable à la pénétration dans tout local, l'action déterminante à conduire consiste à envoyer dans la partie haute de la pièce, le jet d'une lance en diffusé d'attaque en « **crayonnant** » principalement le **plafond** afin de couvrir une large zone. Cette action peut ensuite être étendue aux **parois de la pièce** : ainsi, l'ambiance thermique, génératrice du risque d'embrasement, est largement atténuée.

Schéma de l'attaque au plafond

L'eau doit cependant être appliquée à un **taux optimum** afin de pouvoir lutter efficacement sur le plan calorifique contre l'incendie :

- un **débit** d'eau **trop faible** entraînerait la production de vapeur surchauffée : le binôme d'attaque risque des brûlures par la vapeur d'eau surchauffée.
- un **débit** d'eau **optimum** permet de traiter le ciel gazeux de manière à absorber le maximum de calories sans que la vapeur d'eau produite ne présente une température trop importante.
- un **débit** d'eau **trop important** perturberait très fortement le régime aérodynamique de la pièce en diminuant instantanément les possibilités de progression pour parvenir au foyer et en produisant des dégâts supplémentaires.

Schéma des mouvements de lance

Au titre de la protection individuelle et collective,
toujours se souvenir que dans un local

**L'EAU DIFFUSEE DANS LE CIEL GAZEUX TUE
L'EMBRASEMENT GENERALISE ECLAIR (Flash - over) !**

5.2.4.1.2. Deuxième Principe : évaluer l'inflammabilité notamment de la couche chaude du ciel gazeux par le « test du plafond »

L'appréciation du niveau de danger ne peut se faire que par l'estimation de l'intensité énergétique présente dans la pièce.

Sur le terrain, bien que l'instrumentation opérationnelle progresse, l'usage de l'eau reste un **moyen simple**.

« TEST DU PLAFOND »

L'appréciation de la température du ciel gazeux de la pièce s'effectue à l'aide de la vaporisation de l'eau.

En projetant un faible volume d'eau (sous forme de gouttelettes) dans la couche de fumées potentiellement dangereuse située en partie haute du volume sinistré, l'eau réagit immédiatement en fonction de l'énergie présente.

Dans la pratique, l'action sur la lance consiste simplement à ouvrir puis à fermer très rapidement la poignée de manœuvre : la direction visée est la **partie haute de la pièce**, dans la couche dense de fumées.

Avec **2 ou 3 brèves impulsions projetées**, le porte lance teste efficacement l'ambiance thermique :

- si des gouttes retombent : l'ambiance dans le volume n'est pas très chaude puisque l'eau n'a pas été vaporisée. La pénétration du binôme d'attaque peut se faire par étapes de 1,50 mètre environ. Le test du plafond doit être répété à chaque étape et à chaque changement de volume. La plus grande vigilance reste requise.
- si une partie de l'eau projetée est transformée en vapeur : le danger est présent. L'ambiance thermique de la pièce est très chaude et le risque d'**Embrasement Généralisé Eclair (Flash - over)** est réel. L'ordre de repli est latent, aucune pénétration dans le volume sinistré ni progression ne doit se faire sans une action préalable sur le ciel gazeux. Le porte lance doit travailler avec sa lance en « crayonnant » principalement le plafond afin d'apporter de l'eau en quantité

suffisante pour absorber l'énergie (plusieurs millions de joules) emmagasinée dans la pièce.

Les règles et principes de lutte doivent être menés de manière simultanée et coordonnée par une circulation permanente de l'information :

- ➡ port des E.P.I. et A.R.I. complets,
- ➡ emploi des techniques de ventilation disponibles et maîtrisées (dans tous les cas extraction par le haut),
- ➡ mise en place de moyens hydrauliques d'attaque adaptés,
- ➡ attaque du feu par les techniques de refroidissement et d'extinction par inertage.

Aucune action ne doit être entreprise sans que chaque binôme d'attaque ne dispose d'un établissement en eau sous un débit suffisant, permettant d'éteindre le feu et de se protéger, de l'ordre de 500 l/mn.

5.2.4.1.3. *Troisième Principe : éteindre les matériaux en feu*

Après avoir neutralisé le danger majeur représenté par les fumées et la chaleur, l'attaque directe du foyer principal à la base des flammes est effectuée traditionnellement.

L'**Embrasement Généralisé Eclair** (Flash - over) est initialisé et se développe au sein de ces fumées combustibles accumulées dans l'ambiance gazeuse de la pièce : le foyer initial que sont les matériaux en feu n'est que « secondairement dangereux » par rapport à l'**épée de DAMOCLES** que constitue le **matelas de combustibles surchauffés**, accumulé au plafond.

En procédant comme décrit ci-dessus, le travail du porte lance au niveau des fumées n'interfère que modérément sur le **régime aéraulique** établi par l'incendie dans le volume en feu et la progression des personnels n'en est que facilitée : la stratification des fumées n'est pas perturbée et il n'y a pas de tourbillonnement de fumées et de vapeur dans le local.

Schéma de l'attaque des matériaux

A l'opposé, un arrosage intempestif et massif dans ce même volume, en direction du foyer initial, perturberait les mouvements de fumées dus à la convection et neutraliserait les possibilités de **vision** et de **progression**, donc de **sécurité du binôme**, ainsi que la localisation d'éventuelles victimes.

5.2.4.2. **2^{ème} REGLE : Employer des techniques de ventilation.**

Elles permettent une évacuation du potentiel calorifique gazeux du local avec notamment la **mise en œuvre ou création, d'exutoires situés en partie haute** du volume en feu.

La stratification thermique des fumées vue précédemment le démontre : les fumées, mélange chauffé d'air, de gaz combustibles inflammables et de particules, montent.

Par la création ou l'ouverture d'exutoires, nous permettrons aux couches chaudes de s'échapper par le haut, les parties basses restant alors plus propices à l'intervention des sapeurs-pompier.

Du scénario d'un feu en espace clos ou semi-ouvert, nous évoluerons vers un feu quasi ouvert pour lequel les fumées et gaz de combustion ne s'accumuleront plus dans le volume sinistré.

Tout ceci doit être exécuté de **manière réfléchie, ordonnée et coordonnée.**

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

Le moyen de ventilation est activé en partie basse, APRES que l'exutoire haut ait été réalisé.

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

5.2.5. CAS MAJEUR : L'EMBRASEMENT GENERALISE ECLAIR (FLASH - OVER) SE PRODUIT.

5.2.5.1. 1^{er} cas : la sortie est possible :

- Fuir le plus vite possible vers la sortie la plus proche :
 - par l'itinéraire d'accès,
 - par l'itinéraire de secours identifié au préalable.

5.2.5.2. 2^{ème} cas : la sortie est impossible :

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

Mettre dessin d'accroche.

5.3. L'EXPLOSION DE FUMÉES ou « BACKDRAFT »

5.3.1. Description du phénomène

Comme pour le paragraphe précédent consacré à l'Embrasement Généralisé Eclair (Flash - over), détaillons les éléments utiles à la compréhension du phénomène de combustion et plaçons-nous dans les conditions favorables à son déclenchement.

Le combustible

Pour tout feu de local, le combustible est initialement constitué des revêtements muraux, du mobilier, des divers matériaux et objets entreposés, etc.

L'évolution constatée des progrès techniques et du confort densifie la **charge calorifique** présente dans les locaux ; parallèlement à cet accroissement, les éléments présents sont chimiquement complexes et leur **dégradation thermique**, souvent rapide en présence d'un incendie, libère des fumées et des gaz surchauffés qui constituent des **mélanges hautement combustibles**.

La chaleur

La source d'ignition est supposée existante. **Deux scénarios initiaux** de développement de l'incendie sont possibles :

- **par inflammation,**
- ou
- **par incandescence.**

Le comburant

Dans le cas de l'Explosion de Fumées, à la différence de l'Embrasement Généralisé Eclair (Flash - over), le **comburant** n'est que faiblement présent. Du fait de la relative « **étanchéité** » du volume par rapport à l'extérieur, il se trouve être en quantité « **faible** » en comparaison des **besoins utiles** à une combustion en milieu libre ou semi-ouvert.

Le volume contenant le feu n'est pas supposé « ouvert » ou alors très faiblement ventilé (bas de porte). A titre d'exemple, pour une pièce standard, le taux de renouvellement par la V.M.C., les interstices des portes et fenêtres sont compris entre 7 et 10 fois le renouvellement complet du volume par heure.

5.3.1.1. Le développement initialement limité de l'incendie

Le volume impliqué est clos, et les échanges avec l'extérieur limités, un **sinistre naissant** va pouvoir se développer selon **2 scénarios différents** :

- le scénario d'inflammation

Tout matériau combustible, en présence de comburant et d'une énergie initiale suffisante, permet un début de combustion avec un dégagement de chaleur et de flammes ; la

combustion peut croître ; cependant cette croissance ne va pas être classique puisque le **volume est fermé**, les **échanges sont très limités** avec l'extérieur, **tant en entrée qu'en sortie**.

Très rapidement, il va y avoir **pénurie de comburant** qui entre difficilement à cause de la faible dimension des ouvertures de ventilation et en raison de la surpression intérieure engendrée par l'incendie lui-même. La combustion va automatiquement se ralentir ; elle est de plus en plus **incomplète** et dégage une **grande quantité de gaz imbrûlés**. Nous débouchons ainsi sur une **phase d'incandescence**.

- le scénario d'incandescence

Une autre possibilité, est qu'apparaisse immédiatement une **phase d'incandescence** lorsque les divers matériaux présents dans la pièce sont thermiquement sensibles et qu'une faible quantité d'énergie provoque un **dégagement dense de gaz imbrûlés, combustibles potentiels**.

Dans ces deux cas de scénarios, nous aboutissons en fait à une phase de combustion qualifiable de « **fumigène** » : le volume impliqué se remplit de **fumées denses, grasses, de couleurs variables** puisque ces dernières dépendent exclusivement de la nature des matériaux dégradés thermiquement.

La combustion se réduit à celle des **éléments incandescents** : ils continuent à dégager une certaine quantité d'énergie qui maintient ou augmente le niveau de température, donc **d'énergie ambiante** contenu dans la pièce.

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

La **couleur des fumées** peut renseigner sur l'inflammabilité et sur les composés présents dans la pièce :

- fumées **noires** : pyrolyse des hydrocarbonés courants... Ces fumées sont hautement chargées en énergie.
- fumées **jaunes** : pyrolyse des polymères nitrés et sulfurés... Ces fumées peuvent traduire une élévation de température importante.
- fumées **blanches et froides** : pyrolyse de la mousse de latex... Ces fumées peuvent également être dangereuses.

5.3.1.2. La dynamique du système

Le volume considéré est clos et de **très faibles échanges** se font avec l'extérieur ; cette caractéristique du local a **3 conséquences** :

- le niveau thermique de la pièce est élevé car l'énergie dégagée par l'incendie initial est restée concentrée dans la pièce ; les murs et parois n'en ont absorbé qu'une faible partie et ils restituent également en retour dans l'ambiance gazeuse une fraction de cette énergie,

- la composition gazeuse de la pièce s'enrichit en éléments et molécules combustibles ; la concentration en oxygène diminue. Ce composé, consommé par la combustion initiale, n'est pas renouvelé. L'ensemble de la pièce évolue vers la configuration d'un mélange trop riche en carburant pour qu'une combustion puisse démarrer et / ou s'entretenir,
- la pièce se retrouve en surpression du fait de la production de gaz et de fumées qui ne sont que faiblement évacués et par leur dilatation due à leur augmentation de température dans l'espace clos. Ce sont les très légères fluctuations de température qui produisent le phénomène de « respiration » de la fumée observé sous les portes.

5.3.2. Le scénario type

Tous les éléments nécessaires à la combustion sont présents à l'**exception du comburant**, l'oxygène de l'air en l'occurrence : une **chaleur intense** règne à l'intérieur du volume, **un ou plusieurs points d'ignition** peuvent enflammer le mélange qui cependant à cet instant ne permet pas le démarrage de la réaction d'oxydation, le **mélange gazeux** contenu dans la pièce se situant **au-dessus** de la limite supérieure d'inflammabilité **L.S.I.**

Il suffit qu'une entrée d'air se produise pour que le mélange puisse se rapprocher des conditions stœchiométriques.

L'amenée d'air peut survenir de différentes manières, une **vitre cédant** sous l'effet de la chaleur, de la surpression ou de la dilatation des huisseries, les **sapeurs-pompiers ouvrant une porte, cassant une vitre**, ou plus schématiquement perçant l'enveloppe du volume dans un but de reconnaissance.

En cas d'ouverture du volume, un apport d'air extérieur va venir enrichir en comburant (O₂) l'ambiance gazeuse de la pièce ; en un instant on se retrouve dans la plage d'inflammabilité.

Nous sommes en présence d'une configuration où la flamme n'est pas une flamme de diffusion ; le mélange progressif s'approche de la **stœchiométrie** ; à un certain moment, le mélange gazeux qui est redescendu en dessous de la limite supérieure d'inflammabilité L.S.I. est passé en **configuration de prémélange**.

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

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

Les personnels sont exposés aux **effets cumulatifs** des **brûlures**, du **blast** et des risques d'**ensevelissement** sous les décombres.

5.3.3. Les signes d'alarme

L'observation des signes d'alarme de l'imminence d'une **Explosion de Fumées (backdraft)** doit concerner **l'extérieur du volume sinistré**.

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

- les portes et huisseries fermées sont très chaudes au toucher,
 - les poignées de porte peuvent être chaudes au toucher si elles sont métalliques et traversent les battants,
 - les fenêtres intactes peuvent vibrer très légèrement du fait de la chaleur et de la surpression interne,
 - les vitres sont noires et opaques car recouvertes d'un fin dépôt de particules de carbone (suies) ; la chaleur est perceptible au toucher ainsi qu'au rayonnement,
 - aucune flamme ou lumière extériorisée n'est visible : seules des lueurs rouges de braises ou de petites flammes bleutées de combustion du (CO) peuvent être aperçues de l'extérieur,
 - les sons et les bruits sont amortis et aucun crépitement habituel des feux en espace libre n'est perceptible,
 - les fumées, lorsqu'elles sont extériorisées, sont denses compte tenu de la phase de production à l'intérieur de l'espace impliqué :
- **les fumées sortent par bouffées** des interstices, avec une apparence de **pulsation** similaire à celle d'une soupape à vapeur, (le feu « respire »),
 - **une particularité** peut également être observée dans de telles situations : des **fumées extériorisées peuvent être ré-aspirées à intervalles irréguliers**. Ce phénomène est dû à un régime aéraulique de type turbulent à l'intérieur de la pièce. Ce régime engendre des zones de dépressions très localisées qui, lorsqu'elles surviennent près des interstices des ouvertures, produisent cette aspiration de l'extérieur vers l'intérieur.
 - les **fumées sont de couleurs variées** suivant les matériaux décomposés généralement foncées et brunâtres, cependant parfois plus claires, grises ou blanches,

Ces fumées sortent souvent aussi sous le **bas** des portes, là où d'habitude c'est l'air frais qui entre.

Tous ces indices traduisent une **forte densité thermique à l'intérieur du volume**. Les particules, les gaz et les fumées se comportent en **corps noirs** et émettent du rayonnement qui ne fait qu'augmenter la température ambiante.

Pour résumer tous ces signes d'alarme de l'imminence d'une **Explosion de Fumées (backdraft)**, le local clos laisse :

- ➡ « transpirer » une impression de chaleur intense,
- ➡ s'échapper sous forme « pulsée », des fumées denses et colorées.

AUCUNE FLAMME NETTE N'EST VISIBLE. Seules les fumées expulsées et les impressions de chaleur extériorisées indiquent qu'un incendie « couve ».

On peut citer en exemple les feux découverts très tardivement (week-end, nuit, sous-sols, ...). Dans ce cas, il y a lieu d'apporter une vigilance de tous les instants.

5.3.4. Les actions tactiques à mener par les Sapeurs-Pompiers

5.3.4.1. Méthode de base

Comme toute attitude face à un danger d'explosion, la plus **grande prudence** doit être de rigueur, dans le cas présent **l'absence de flamme ne signifiant pas absence de danger** :

- **effectuer une lecture du feu portant sur les signes d'alarme de l'Explosion de Fumées (backdraft) :**
 - ◆ **rechercher et observer les fumées,**
 - ◆ **détecter les signes extériorisés d'une grande richesse énergétique à l'intérieur du local : poignées de portes et vitres chaudes, sons assourdis, lueurs...**
- **s'assurer que tous les sapeurs-pompiers engagés dans la zone de protection portent les E.P.I. complets et bien mis,**
- **ne jamais pénétrer dans le local,**
- **empêcher toute entrée d'air, notamment limiter les actions de ventilation à la création d'exutoire en partie haute, aux seules fins d'évacuation de la surpression. Dans ce but, bloquer les ouvrants afin de ne pas les laisser s'ouvrir accidentellement, et en particulier, ne jamais ventiler suivant une méthode de ventilation forcée,**
- **ne jamais se tenir face aux portes ou aux fenêtres ni dans le cône défini par l'éventuelle expansion de l'explosion susceptible de s'échapper par ces orifices, mais toujours se tenir de côté,**
- **être très attentifs à tout éclatement ou bris de vitres : le danger d'Explosion de Fumées (backdraft) est imminent dès cet instant,**
- **renforcer le dispositif d'extinction sur la base d'un débit de 500 l/mn (pour une pièce d'habitation courante),**
- **procéder à une évacuation des occupants du bâtiment et des tiers voisins,**

- **mettre en place un périmètre de sécurité pour les intervenants,**
- **créer un exutoire en PARTIE HAUTE, dans le ¼ supérieur du volume permettant aux fumées de s'échapper,**
- **s'assurer de la protection des personnels manœuvrant à proximité de l'ouvrant en toiture,**
- **procéder au refroidissement des fumées après leur échappement par l'exutoire au moyen d'une lance en jet diffusé, en aucun cas dirigé dans l'ouverture, ceci afin de prévenir l'inflammation extériorisée du mélange gazeux.**

Une fois le risque d'Explosion de Fumées (backdraft) identifié, l'objectif principal est d'évacuer les fumées sous pression, éléments de danger, à partir d'un exutoire situé dans le ¼ supérieur du volume impliqué. Le respect de cette position de l'exutoire, la surpression régnant à l'intérieur du volume ainsi que le tirage thermique s'opposent à l'entrée d'air frais (donc à l'entrée de l'oxygène) dans le local.

5.3.4.2. Méthode dégradée (pas d'ouvertures réalisables)

Dans le cas où aucun ouvrant facilement manœuvrable (ou réalisable) n'est disponible en partie haute (dans le ¼ supérieur du volume), la recherche d'une solution en mode dégradé est nécessaire.

La solution est l'**inertage des fumées** emprisonnées dans le volume.

Pour mettre en œuvre cette méthode :

- **s'assurer que tous les sapeurs-pompiers engagés dans la zone de protection portent les E.P.I. complets et correctement portés,**
- **engager le minimum de binômes,**
- **ne jamais pénétrer dans le local,**
- **empêcher toute entrée d'air,**
- **ne jamais se tenir face aux portes ou aux fenêtres ni dans le cône défini par l'éventuelle expansion de l'explosion susceptible de s'échapper par ces orifices, mais toujours se tenir de côté,**
- **renforcer le dispositif d'extinction (à proximité de l'emplacement de la trouée) sur la base d'un débit de 500 l/mn (pour une pièce d'habitation courante),**
- **s'assurer de l'évacuation des occupants du bâtiment et procéder à l'évacuation des tiers voisins,**
- **mettre en place un périmètre de sécurité pour les autres intervenants,**

- **créer une trouée de très petite section (permettant le seul passage de la tête de la lance type DMR 500) et situé le plus haut possible. Pour ce faire, il est nécessaire de rechercher les passages de câbles, de tuyauteries, de V.M.C., etc.,**
- **introduire un jet diffusé à l'intérieur du volume par cet orifice. La vaporisation de l'eau entraîne une diminution de la température et une modification des concentrations de vapeurs combustibles.** Au début, on note une augmentation importante de la pression, pouvant occasionner l'expulsion de la lance. Cette surpression décroît au fur et à mesure de l'abaissement de la température.
- **contrôler l'efficacité des mesures adoptées en observant la diminution des différents signaux d'alarme de l'Explosion de Fumées (Backdraft).**

Ce n'est qu'après avoir la certitude de l'efficacité de l'inertage (contrôle de la diminution de la surpression interne, diminution de la température, changement de l'aspect des fumées, apparition de vapeur d'eau, etc.) que nous pouvons considérer que le risque est fortement diminué.

La pénétration du binôme d'attaque à l'intérieur du volume est désormais envisageable. Néanmoins, les règles générales de sécurité (positionnement des intervenants, présence d'un établissement alimenté, TOOTEM, etc.) doivent être continuellement appliquées.

5.3.4.3. Méthode ultime (aucune possibilité de réaliser un exutoire ou une trouée)

Il convient de prévoir un échec éventuel de cette manœuvre en renforçant les établissements en place et en préparant les effectifs disponibles à lutter contre une éventuelle extension brutale du sinistre.

- **s'assurer que tous les sapeurs-pompiers engagés dans la zone de protection portent les E.P.I. complets et correctement portés,**
- **engager le minimum de binômes,**
- **ne jamais pénétrer dans le local,**
- **ne jamais se tenir face aux portes ou aux fenêtres ni dans le cône défini par l'éventuelle expansion de l'explosion susceptible de s'échapper par ces orifices, mais toujours se tenir de côté,**
- **s'assurer de l'évacuation des occupants du bâtiment et procéder à l'évacuation des tiers voisins,**
- **mettre en place un périmètre de sécurité pour les autres intervenants,**
- **s'efforcer de circonscrire la zone sinistrée au moyen d'un dispositif d'extinction réalisé sur la base de deux points d'attaque au minimum et d'un débit unitaire de 500 l/mn en jet diffusé d'attaque (pour une pièce d'habitation courante),**

EVOLUTION 1	EVOLUTION 2
Laisser le feu s'éteindre tout seul	Provoquer l'Explosion de Fumées
<ul style="list-style-type: none"> surveiller en permanence l'évolution de l'ensemble des signes précurseurs de l'Explosion de Fumées 	<ul style="list-style-type: none"> surveiller en permanence l'évolution de l'ensemble des signes précurseurs de l'Explosion de Fumées
<ul style="list-style-type: none"> constater la disparition des signes d'alerte avant d'accéder au local intéressé 	<ul style="list-style-type: none"> vérifier que tout le dispositif est en place et informer l'ensemble des intervenants de la tactique choisie
<ul style="list-style-type: none"> inertier les fumées restantes et ventiler le local 	<ul style="list-style-type: none"> créer une ouverture adaptée en prenant soin d'exposer le minimum de personnels
	<ul style="list-style-type: none"> diriger une lance en jet diffusé d'attaque et au débit maximum par l'ouverture créée
	<ul style="list-style-type: none"> inertier les fumées restantes et ventiler le local

Dans ce scénario de survenue d'une Explosion de Fumées (backdraft), le souffle est dirigé directement vers l'extérieur du volume. Les sapeurs-pompiers intervenants sont d'autant plus protégés qu'ils sont éloignés (distance de sécurité).

Le rayonnement thermique et l'onde de surpression initiale étant spectaculaires, le risque de transmettre le feu à l'environnement immédiat doit être considéré comme important. Il est indispensable de prévoir des moyens d'extinction adaptés.

5.4. SYNTHÈSE

5.4.1. Comparaison des deux phénomènes

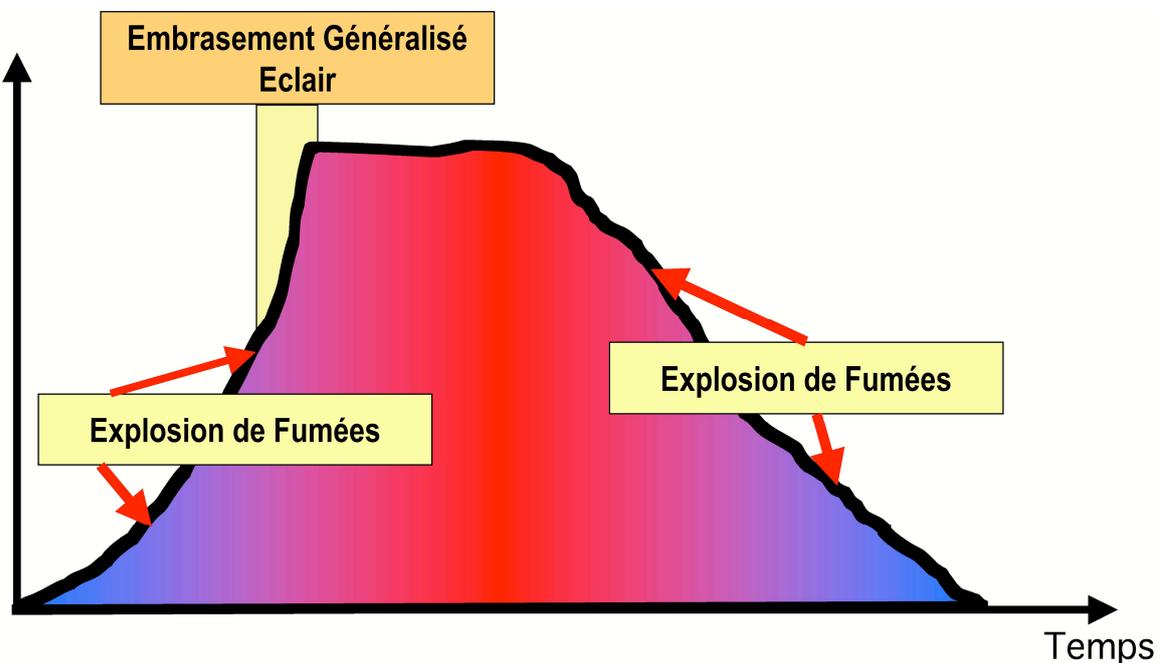
Il peut être intéressant de « comparer » les 2 phénomènes ; en effet, après les avoir vu séparément, cet exercice constitue une excellente synthèse :

Caractéristiques	Embrasement Généralisé Eclair « FLASH - OVER »	Explosion de Fumées « BACKDRAFT »
L'endroit	Espace ventilé	Espace confiné, caché
L'agent déclenchant	Chaleur	Apport d'air

La chaleur	Flamme Température d'auto-inflammation	Feu couvant Energie d'ignition minimale
L'enveloppe inflammable	Statique	Dynamique
La flamme	Flamme de diffusion	Flamme de prémélange
L'onde de souffle	Non	Très souvent
Le feu résultant	Très important	Pas nécessairement

5.4.2. Apparition des phénomènes dans le temps et dans l'espace

En fonction des éléments ci-dessus, il est aisé de comprendre que les phénomènes peuvent survenir à des moments bien précis du feu ; ceci est résumé ci-après :



Si l'**Embrassement Généralisé Eclair** (Flash - over) apparaît dans la phase de croissance du feu, l'**Explosion de Fumées** (backdraft) peut être plus pernicieuse et ne survenir qu'en fin de sinistre avant que la totalité de la chaleur ne se soit évacuée naturellement ou par ventilation ; c'est notamment le cas des locaux gigognes pour lesquels un local fermé (réduit, mansarde, petit espace) peut avoir subi l'attaque du feu, conserver une grande énergie et un point d'ignition et exploser au moment où les intervenants ouvrent ce volume, immédiatement après l'attaque du sinistre principal : l'attention est relâchée et cette phase est d'autant plus délicate et dangereuse.

Dans toutes les situations, bien qu'il ait été possible d'énoncer et d'expliquer les grands principes et les signes de reconnaissance de ces 2 phénomènes, la prudence et la modestie doivent être de rigueur : les intervenants doivent à chaque instant rester vigilants, conserver à l'esprit que

ces phénomènes sont réellement dangereux et que leur identification n'est pas aisée.

PEDAGOGIE PAR OBJECTIF

**LES CONDUITES A TENIR POUR LES INTERVENANTS ET
L'ENCADREMENT**

Chapitre : 6

A la fin de la lecture de ce chapitre, vous devrez être capable de :

SAVOIR

- **Créer** chez tous les intervenants, des personnels d'exécution aux cadres, un réflexe de recherche de sécurité "totale" lors des interventions pour feux dans les locaux clos ou semi-ouverts.

Afin de :

SAVOIR FAIRE

- Faire **utiliser** au sein des équipes intervenantes toutes les méthodes de travail, tous les matériels adaptés,
- Et faire **appliquer** la M.G.O. au cas spécifique des feux en volume clos ou semi-ouverts.

Pour :

SAVOIR ETRE

- **Adhérer** et faire adhérer les personnels à ces concepts d'intervention en vue d'améliorer la sécurité individuelle et collective.

6. LES CONDUITES A TENIR POUR LES INTERVENANTS ET L'ENCADREMENT

6.1. LES CONCEPTS DE SECURITE, DE SURETE ET DE PROTECTION

La **sécurité en intervention** présente une importance considérable dans notre activité professionnelle.

Il ne peut y avoir de sécurité absolue car il existe toujours quelques risques définis dans le présent guide de référence comme « **risques résiduels** ». Un produit, agrès, Equipement de Protection Individuelle, processus ou méthodologie d'intervention n'offre qu'une **sécurité relative**.

D'après le guide I.S.O./C.E.I., nous définissons :

- le risque résiduel comme étant le risque subsistant après que les mesures de prévention aient été prises,
- les mesures de prévention comme étant les méthodes utilisées pour réduire le risque.

Les mesures de prévention comprennent :

- la sécurité intrinsèque,
- les dispositifs de protection,
- les Equipements de Protection Individuelle (E.P.I.),
- l'information pour l'utilisation et l'installation,
- la formation.

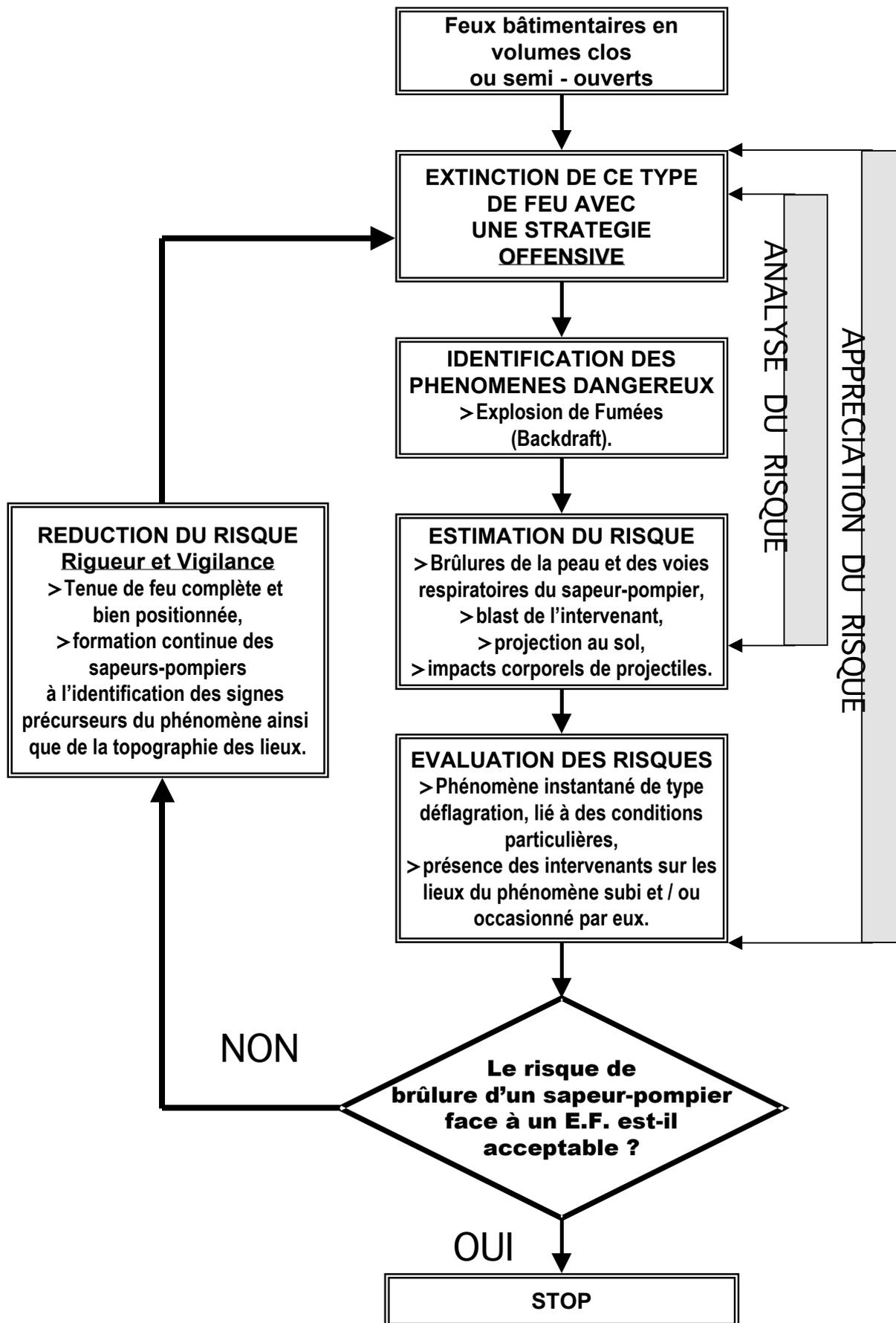
La **sécurité** est obtenue en réduisant le risque à un niveau tolérable, présentement défini comme « **risque tolérable** ».

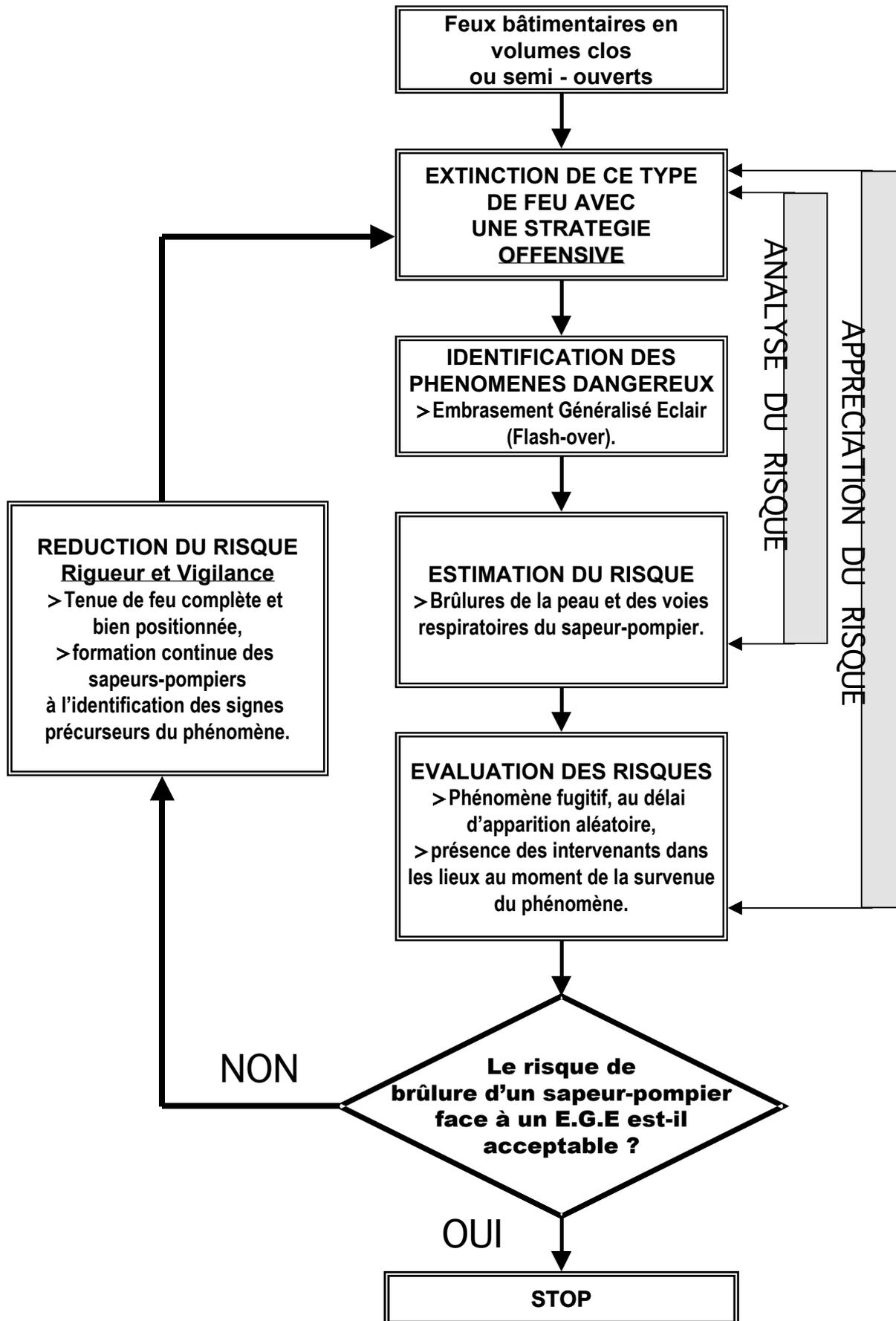
Le **risque tolérable** est le résultat d'un équilibre entre une sécurité absolue idéale et certaines exigences auxquelles doit satisfaire le matériel, l'agrès, l'engin ou encore l'E.P.I. : résultat attendu pour le bénéficiaire, aptitude à la mise en œuvre, rapport qualité/prix, retour sur investissement, niveau d'exigence de l'employeur...

Le **risque tolérable** est un **risque accepté** pour un certain contexte donné et basé sur des **valeurs admises** par la société, le législateur, l'employeur, les partenaires sociaux, l'encadrement et les utilisateurs.

L'employeur parvient à la définition du niveau de **risque tolérable** par le processus itératif **d'appréciation du risque - analyse du risque et évaluation du risque** - et de **réduction du risque**.

Ainsi, avant d'acquiescer un E.P.I., la réalité des risques **oppose la nécessité pour chaque employeur de procéder à une évaluation des différents risques à couvrir**.





Il est à noter que l'usage des expressions « **de sécurité** » ou « **de sûreté** » avec valeur adjectivale doivent être, si possible, évitées car celles-ci ne transmettent aucune information supplémentaire utile et de surcroît risquent d'être interprétée comme une garantie d'absence de risque.

Protection individuelle et **protection collective** sont très intimement liées dans les opérations de secours, de sauvetage ou de lutte contre l'incendie, en particulier lors des feux en espace clos. La protection individuelle concerne la propre sûreté de l'individu, mais également entre en compte, pour une part non négligeable, dans la protection collective de l'équipe, voire du site de l'intervention.

UN POUR TOUS, TOUS POUR UN, LA PROTECTION EST L'AFFAIRE DE TOUS ET DE CHACUN.

6.1.1. La protection individuelle

La protection individuelle concerne la protection de tous et chacun doit prendre conscience du niveau et de l'importance des **mesures de prévention** mises à sa disposition.

Chaque intervenant éprouve des difficultés pour s'assurer qu'il porte correctement ses E.P.I. Il est en effet soumis à des stress physique et psychologique extérieurs ainsi qu'à des impératifs de rapidité.

Si la protection individuelle est du ressort de chacun, la technique du « **contrôle croisé** » conforte le niveau de protection du binôme.

Dans cette technique du « **contrôle croisé** », chaque équipier contrôle la tenue de son coéquipier. Lors de ce contrôle, il convient de s'assurer de **la présence**, de **l'état** ainsi que du **positionnement** de chacun des effets de protection de son alter ego.

Les principales caractéristiques et dominantes des E.P.I. sont détaillées au chapitre suivant.

6.1.2. La protection collective

Le **C.O.S.** assume la tâche de protection collective au travers de la **restriction des risques** encourus par les personnels engagés lors d'un sinistre.

Lors d'un sinistre la protection collective devient par délégation une **compétence partagée** des cadres Chefs de Groupe, Chefs d'Agrès, Chefs d'Equipe.

En fonction des moyens en encadrement dont dispose chaque corps départemental **sur les sinistres complexes ou de grande ampleur**, il est procédé à une **sectorisation**. Le C.O.S. est alors secondé par des **Chefs de Secteur**.

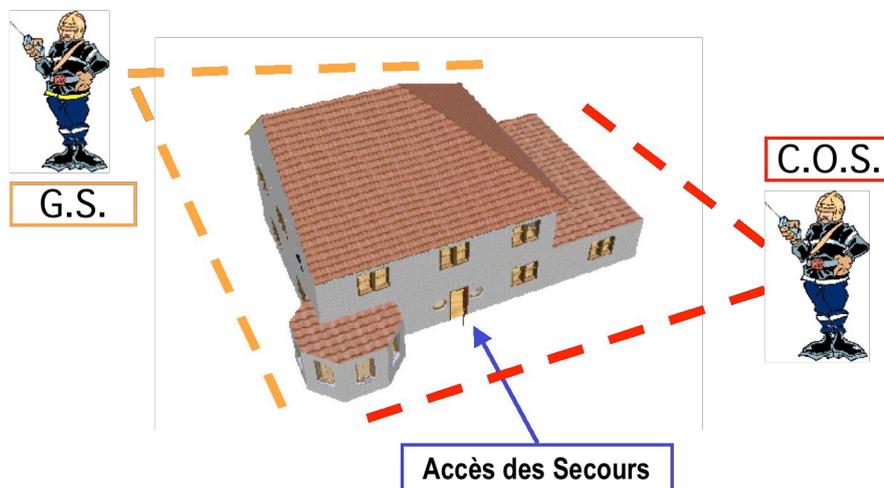
Si tel est le cas, ces cadres d'expérience doivent, en autres choses, posséder de **solides connaissances opérationnelles** associées à une **très bonne appréciation des risques**

encourus lors des phénomènes d'Embrassement Généralisé Eclair (Flash - over) et d'Explosion de Fumées (backdraft).

L'ensemble des Chefs de Secteurs, positionnés judicieusement, doivent avoir une couverture visuelle totale du site de l'intervention. Les positions des Chefs de Secteur doivent permettre une couverture plus large du sinistre et doit permettre la meilleure couverture du périmètre.

Dans leur rôle d'encadrement, ils doivent impérativement se préoccuper de la sécurité collective de l'ensemble des intervenants. Pour mener à bien cette tâche, il est nécessaire que chaque Chef de Secteur prenne, à l'égard de la dimension tactique de l'opération, le recul indispensable à l'analyse des risques encourus.

Le C.O.S. se trouvant sur un côté de l'intervention, généralement l'accès des secours ou celui pour lequel les risques sont les plus importants, ne peut couvrir en temps réel la protection collective des autres secteurs.



6.1.3. La gestion opérationnelle des intervenants

6.1.3.1. La gestion des accès

Il est souhaitable qu'une **gestion des accès** au volume soit mise en place pour **toute intervention**.

Photo

La gestion de badges individuels nominatifs ou fonctionnels permet de connaître les effectifs engagés ou non, présents sur intervention.

Un badge, détenu par chaque sapeur-pompier présent sur les lieux, est accroché sur un témoin lors de son entrée dans le bâtiment et récupéré par ce même personnel lors de sa sortie.

6.1.3.2. La gestion opérationnelle

La gestion opérationnelle est généralement menée au moyen de fiches sur lesquelles nous trouvons les éléments les plus importants de la conduite de l'intervention. Ces systèmes permettent de ne rien omettre, tant pour ce qui est des mesures opérationnelles, que des messages de renseignements. Nous pouvons les nommer « tableaux mémoires » du C.O.S.

Photo

Avec les « tableaux mémoires », le C.O.S. visualise l'essentiel de l'organisation du sinistre avec :

- le plan succinct des lieux,
- l'identification des fonctions opérationnelles,
- la position des points d'accès,
- les caractéristiques des alimentations en eau,
- l'emplacement des engins,
- les fréquences radio tactiques de travail...

6.1.4. Le binôme de sécurité

L'emploi du binôme de sécurité est institutionnalisé dans le guide de référence des **Appareils Respiratoires Isolants (A.R.I.)**.

Ce binôme a pour mission principale d'être toujours prêt à assurer le sauvetage d'un (ou de plusieurs) intervenant(s), mis en danger par une dégradation de la situation opérationnelle.

La mise en place systématique du principe du binôme de sécurité obéit à un impératif de prévention des risques et de sauvetage des personnels.

Les sapeurs-pompiers constituant ce binôme doivent répondre à des contraintes opérationnelles indispensables.

Les personnels du binôme de sécurité doivent être :

- équipés avec des E.P.I. : le port de la tenue d'intervention complète permet d'intervenir sans aucun délai, en cas de nécessité de sauvetage des binômes engagés,
- porteurs de leurs A.R.I. avec masques en attente,
- munis au minimum d'un établissement de protection alimenté sur une ligne D.N. 45 mm comprenant une réserve de tuyaux suffisante pour atteindre tout point du volume, l'idéal étant d'être sur un établissement différent de celui d'attaque et, si les moyens sur place le permettent, à partir d'un engin pompe différent de celui utilisé pour l'établissement d'attaque de préférence alimenté par un hydrant distinct,

- positionnés prêts à intervenir près du point d'accès principal ou à proximité immédiate de l'engin pompe d'attaque.

6.1.5. L'itinéraire de repli et l'itinéraire de secours

Les équipes d'attaque utilisent un cheminement d'accès. En cas de problème lors de la phase d'extinction justifiant l'évacuation de la zone d'intervention, les équipes d'attaque empruntent cet itinéraire d'accès pour le repli.

Nous pouvons considérer que « **l'itinéraire de repli** » est l'itinéraire d'accès normal.

Toutefois, dans certains cas, ce chemin normal, utilisé pour l'aller est coupé : obstacles, effondrement de la cage d'escalier, fumées trop importantes, flammes éventuelles...

Afin de permettre aux sapeurs-pompiers engagés à l'intérieur du volume sinistré de se dégager du bâtiment en feu, il est intéressant de disposer d'un « **ITINERAIRE DE SECOURS** ».

Cet « **itinéraire de secours** » doit être installé, sur la façade opposée à la façade d'accès normal à condition qu'elle soit accessible.

Si le sinistre se trouve dans les niveaux supérieurs, les échelles ou les Moyens Elévateurs Aériens doivent être dressés, afin de permettre aux personnels en danger d'y accéder. Cela revient à mettre les échelles à disposition des sauvetages au début de l'intervention et à disposition des sapeurs-pompiers par la suite ou simultanément.

6.1.6. Les risques conventionnels

6.1.6.1. Les énergies

Les risques présentés par les sources d'énergie sont en général bien maîtrisés.

Un soin tout particulier doit être apporté par le C.O.S. à la consignation (coupure) des sources d'énergie lors d'un sinistre, et ce avant la pénétration des équipes d'intervention.

Sur sinistre, comme « énergies », nous devons plus particulièrement penser :

- à l'électricité,
- aux gaz (naturel, G.P.L., cracking, industriels...),
- aux alimentations de fuel pour les chaufferies,
- aux réseaux de chaleur (vapeur ou eau surchauffée).

Les normes actuelles en vigueur font que les organes d'arrêt doivent être repérés et facilement accessibles. En cas de feu, les sapeurs-pompiers procèdent à la **consignation** de ces alimentations.

6.1.6.2. Les fluides

Dans une construction traditionnelle, le fluide principal rencontré, hormis ceux déjà identifiés dans le paragraphe consacré aux énergies, est l'eau.

Les dangers présentés par l'eau sont significatifs, pour des raisons de :

- risques d'électrisation / d'électrocution des humains et des animaux,
- dégâts sur l'immeuble ou sur les matériels entreposés,
- surcharge des niveaux,
- glace vive en hiver...

Par ailleurs, en milieu industriel ou hospitalier, l'identification d'autres fluides liquides ou gazeux générateurs de risques connexes est rendue possible par un **code réglementaire de couleurs**.

6.1.6.3. Les effondrements

Les incendies peuvent altérer la résistance mécanique des structures.

Afin de prévenir toute exposition au danger d'effondrement des personnels, lors d'un sinistre, à l'occasion de la reconnaissance des 6 faces externes puis des 6 faces internes des volumes, une attention particulière doit être portée sur l'aspect des éléments constitutifs de la structure : toiture, façade, escalier, poutre, plancher, charpente, mur, cloison...

Tout signal d'alerte, même de faible importance (bruit, craquement, fissure, chute de matériaux, etc.), doit interpeller la vigilance des intervenants et de l'encadrement.

A la suite d'explosion, le risque d'effondrement est augmenté. Il est indispensable de prendre en compte ce danger lors du positionnement des engins participant à l'opération.

Sur présomption de risque d'effondrement, il est primordial :

- de stationner les engins à une distance D au moins égale à la hauteur H du bâtiment

$$\text{soit } D \geq H$$

- de mettre en place un périmètre de protection inaccessible au public de rayon R égal à 1,5 fois la hauteur H du bâtiment, sur toutes ses faces

$$\text{soit } R \geq 1,5 H$$

Schéma de la zone d'effondrement

Ce périmètre de protection doit être **matérialisé**, par une signalétique appropriée afin qu'une limite physique s'impose et soit opposable au **public** ainsi qu'aux **autres services** (barrières, rubalise, panneaux).

6.1.7. La permanence des transmissions

La permanence des transmissions doit rester une préoccupation principale des responsables et décideurs. Cette nécessité opérationnelle de sécurité exige d'être prise en compte très en amont afin de doter les véhicules et équipes d'intervention des moyens techniques permettant de répondre à ce besoin.

Cette liaison intègre également les Chefs de Secteur ou le C.O.S. si le sinistre n'est pas encore sectorisé.

Les fréquences tactiques de niveau 3/4 désignées dans le plan de fréquence national sont réservées à cet effet.

6.2. LA SITUATION INITIALE

Les personnels intervenant sur toute opération de lutte contre les incendies doivent porter une attention toute particulière à l'ensemble des signes présentés par le feu.

Les domaines à surveiller peuvent se définir en fonction du déplacement de l'engin de secours vers l'intervention.

Alors que l'engin arrive sur le sinistre, il est possible de procéder à **l'analyse de l'environnement**. Puis, en vue du bâtiment, il peut être procédé à **son analyse détaillée**. Enfin lorsque l'engin de secours se présente sur les lieux même de l'intervention, il est nécessaire que l'ensemble de l'équipage, en fonction de la tâche qui lui est assignée sur l'engin, procède à **l'analyse proprement dite du feu**.

6.2.1. L'analyse de l'environnement

A observer :

- **L'ENVIRONNEMENT IMMEDIAT** : la topographie, la nature, la distance et le positionnement des tiers mitoyens ou voisins permettent de connaître les risques de propagation à l'environnement.
- **LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES ET ASTRONOMIQUES** : intempéries, période de la journée, éclairage...
- **LES VOIES D'ACCES** : la largeur et les dispositions permettent de déterminer les meilleurs accès et emplacements pour les premiers engins d'attaque sans oublier, les accès et les positionnements adaptés pour les engins de renforts.
- **LES HYDRANTS** : leurs caractéristiques et leur nombre permettent de connaître les possibilités d'alimentation des engins pompes et par là même, le personnel nécessaire à cette tâche ainsi que le délai nécessaire à sa réalisation.
- **LE BATIMENT** : dimensions, implantation, ...

- **TYPE DE BATIMENT** : le type d'activité permet d'estimer le nombre d'occupants potentiels à évacuer ou à mettre en sécurité, facilitant les demandes éventuelles de renforts en Moyens Elévateurs Aériens.

6.2.2. L'analyse du bâtiment

A observer :

- **La NATURE DE L'EXPLOITATION** : industries, E.R.P., habitation, activités à risques, ...
- **L'EFFECTIF DES OCCUPANTS** : nombre, répartition, connaissance du bâtiment, ...
- **TYPE DE CONSTRUCTION** : préfabriqué, bois, béton, traditionnel, ...
- **L'IDENTIFICATION DES VOLUMES A RISQUES** : combles, appentis, faux - plafonds, ...
- **La LOCALISATION DU FOYER** : déterminée ou inconnue, propagations éventuelles, ...
- **Le PREMIER REPERAGE DES ITINERAIRES DE SECOURS** : portes, escaliers, fenêtres, ...

6.2.3. La lecture du feu

Pour la bonne marche des opérations de sauvetage et de lutte contre l'incendie, afin d'assurer aux personnels engagés une protection maximale, la **lecture du feu** reste l'une des opérations les plus importantes.

Cette phase est directement liée à l'analyse du bâtiment. Toutefois, les éléments à observer sont très précis et de leurs caractéristiques dépend la suite de l'opération de secours.

Les éléments à observer pour une bonne lecture du feu sont les suivants :

- **3 éléments principaux** :
 - ◆ les **FUMÉES** : couleur, densité, stratification, endroit et façon dont elles sortent ou entrent,
 - ◆ les **FLAMMES** : couleur, forme, position, intensité,
 - ◆ la **CHALEUR** : position et stratification dans la pièce,
- **2 éléments secondaires** :
 - ◆ les **OUVERTURES** : il est impératif de repérer les ouvertures existantes. Elles permettent de connaître les possibilités de ventilation horizontale et verticale.
 - ◆ les **FENÊTRES** : degré d'opacité dû aux dépôts de suies, chaleur radiante à l'approche ou au contact, déformation des vitres, ...

- ◆ **les PORTES** : chaleur radiante à l'approche ou au contact, position d'ouverture, aspect extérieur, ...
- ◆ **les EXUTOIRES** : ouverts ou fermés.
- ◆ **les SONS** : nature des sons entendus et éventuellement l'assourdissement de ceux-ci.

6.3. LES RECONNAISSANCES

Cette **phase primordiale** commence dès **l'arrivée sur les lieux** du premier véhicule et se poursuit jusqu'au **départ du dernier engin** de secours de l'intervention.

Les **reconnaisances** doivent être

- complètes,
- systématiques,
- méthodiques,
- permanentes.

L'ensemble des personnels doit participer à cette tâche : même si un ou plusieurs binômes sont en priorité chargés de ces opérations, **tous les intervenants** contribuent, chacun à leur niveau respectif, à la réalisation d'une bonne reconnaissance qui ne laisse **aucun secteur ou local non reconnu**.

Il est fondamental, de procéder le plus tôt possible à des reconnaissances sur les **6 faces de chaque volume sinistré ou impliqué**, aussi bien à **l'intérieur** qu'à **l'extérieur**, dans la mesure où la nature du sinistre et les risques encourus le permettent.

Il est nécessaire de **contrôler visuellement** non seulement les côtés et le dessus du plafond de la pièce où est le feu, mais également la pièce ou la cave située sous le plancher dans la mesure où le bâtiment en est doté.

6.3.1. La reconnaissance extérieure

La **reconnaissance extérieure** intéresse la périphérie du volume.

Dès que possible, une fois les doutes liés à la survenue des phénomènes d'**Embrasement Généralisé Eclair** (Flash - over) et d'**Explosion de Fumées** (backdraft) levés, cette reconnaissance initiale est complétée par une reconnaissance intérieure du volume.

6.3.2. La reconnaissance intérieure

Une reconnaissance des **6 faces internes du volume sinistré**, doit compléter dès que possible la reconnaissance extérieure.

6.3.2.1. Les règles de bases dans les progressions intérieures

Les binômes procédant aux reconnaissances à l'intérieur des locaux sinistrés doivent limiter les risques encourus.

Règles de base à observer :

- disposer d'un « fil d'Ariane » : établissement en eau ou ligne guide,
- cheminer au plus près du sol pendant toute la phase de reconnaissance,
- se tenir le long des murs pendant la progression,
- éprouver avec les pieds la solidité des planchers, toitures,
- faire demi tour lorsque le manomètre de l'A.R.I. indique la 1/2 pression de départ,
- quitter les lieux en cas d'audition d'un code de détresse ou d'urgence préétabli,
- éviter tout engagement exposé aux risques d'effondrement,
- observer et rendre compte au chef de secteur.

Un **code visuel** indique, par convention, aux intervenants l'état d'avancement des reconnaissances.

Il est possible d'utiliser un « Indicateur d'Exploration » (ruban, craie, adhésifs, etc.) permettant de déterminer les phases des reconnaissances :

- exploration en cours : un binôme se trouve en exploration à l'intérieur de la pièce
- 1^{ère} exploration effectuée (une seconde reste à réaliser),
- 2^{ème} exploration effectuée.

Photos ruban et photos craie à faire

L'emploi de l'Indicateur d'Exploration renseigne, de manière simple et immédiate, sur l'état d'avancement des reconnaissances de chaque volume.

6.3.2.2. La méthodologie d'emploi des binômes

Il est indispensable que les 2 équipiers procèdent à la reconnaissance en visitant la totalité du local. Ils peuvent par exemple, commencer la reconnaissance en suivant le mur à main gauche. Lors de cette opération, ils ne quittent jamais le mur à main gauche. S'ils arrivent sur une porte donnant dans un local, ils explorent ce local en suivant toujours le mur à main gauche. Lorsque le local est complètement visité, ils se retrouvent à la porte et peuvent ainsi poursuivre leur mission.

Photo du trajet de reconnaissance dans une pièce

6.3.2.3. La répartition opérationnelle des volumes

Sur des opérations importantes, il est indispensable de procéder à **une répartition du commandement** calquée sur la répartition spatiale des locaux sinistrés.

La règle de base pour la division des secteurs se fait à partir des possibilités de communication physique entre les différents locaux du volume sinistré.

Si l'intervention intéresse :

- plusieurs étages, il est nécessaire de sectoriser le sinistre par niveau,
- plusieurs appartements, magasins ou ateliers, il importe de trouver un secteur par volume.

Sauf cas particulier, il est rarement pertinent de hiérarchiser le commandement jusqu'à l'entité ultime du local.

La répartition opérationnelle des volumes impose au C.O.S. :

- de prendre en compte l'intervention à un niveau global,
- d'être renseigné par les chefs de secteurs désignés qui, quant à eux, ont la charge de traiter le problème opérationnel au sein de chaque secteur.

La technique préconisée, même si elle paraît contraignante, permet de ramener le commandement **au plus près du terrain**, donc au plus près de l'analyse des risques et des besoins.

Le principe consiste à associer une hiérarchisation du commandement à une répartition géographique des volumes par niveaux et / ou par volumes contigus.

Cette hiérarchisation doit être réservée, en fonction des risques, aux opérations nécessitant la mise en œuvre de 2 engins pompes au moins.

6.3.3. La vérification finale

Avant de quitter les lieux, la vérification du sinistre doit porter sur 3 domaines principaux :

- le contenu : les meubles et objets divers se trouvant à l'intérieur des volumes,
- le contenant : les parties constitutives de la structure, les éléments porteurs et non porteurs, ainsi que tous les placards et réduits,
- les origines supposées et causes probables du sinistre.

Ces missions peuvent être effectuées par type d'engin, le personnel de l'engin d'incendie est, par exemple, chargé du contenu et le personnel du M.E.A. du contenant.

Les observations relevées tout au long du déroulement de l'intervention, les **renseignements** exhaustifs pris auprès des victimes, sinistrés, témoins et tiers faciliteront l'élaboration du **compte rendu de sortie de secours** (C.R.S.S.) ainsi que la réalisation du **retour d'expérience**.

Pour qu'une exploration soit complète, il faut avoir visité chaque local au moins 2 fois, selon la procédure décrite ci-avant.

6.4. LES PERSONNELS ET MOYENS A ENGAGER

6.4.1. Les personnels à engager

La détermination des effectifs à engager, se fait au travers de la définition des différentes tâches à accomplir (D.T.A.), parfois simultanées.

Afin de palier les situations à risques élevés tant pour les intervenants que pour les victimes potentielles :

- la répertoriation des risques,
- la gestion prévisionnelle des scénarios d'intervention,
- l'analyse et la discrimination des appels reçus par le C.T.A.,

permettent l'envoi par anticipation de compléments en moyens humains et matériels.

6.4.1.1. Les sauvetages et la prise en compte des victimes

Le nombre de personnels nécessaires aux sauvetages, mises en sécurité et la prise en compte des victimes dépendent de la violence et de la complexité du sinistre.

Pour un sinistre de moyenne importance, **2 binômes sous A.R.I.** sont généralement suffisants.

Il est préférable de procéder à **une attaque immédiate et massive du feu**, car très souvent, la maîtrise du sinistre facilite les sauvetages et mises en sécurité ou du moins, leur confère une priorité relative.

En fonction des conditions présentes à l'arrivée sur les lieux, notamment en cas de danger réel et imminent pour les victimes, il peut être nécessaire d'engager le **maximum de binômes** pour procéder aux sauvetages.

Un adage précise et résume bien la tactique à adopter :

« GROS FEU, GROS MOYENS, GROS EFFECTIFS ! »

6.4.1.2. L'attaque

Dès l'arrivée des secours, ce sont l'analyse de l'environnement et du bâtiment, puis la lecture du feu qui permettent d'apprécier le nombre de binômes nécessaires.

6.4.1.3. La protection collective

Pour la protection des équipes de sauvetage ou d'attaque engagées, il est nécessaire de disposer à priori d'**1 binôme de sécurité sous A.R.I.**

Celui ci doit disposer d'une lance en eau D.M.R. 500 l/mn ou a défaut une lance D.N. 45 mm de type D.M.F., alimentée indépendamment, en attente au point de pénétration de « **l'itinéraire d'accès** » du sinistre.

6.4.1.4. La ventilation

Pour effectuer une ventilation opérationnelle, c'est à dire une ventilation que facilite la tâche des binômes engagés, il est nécessaire de disposer d'1 binôme supplémentaire.

En mode dégradé, dans l'attente de renforts, il est possible d'employer tout binôme rendu disponible dès la fin de sa mission.

L'utilisation du **binôme de sécurité**, dès que celui ci a procédé à l'établissement de la lance D.N. 45 mm en attente, peut-être envisagée par le C.O.S., pour des **missions très ponctuelles**. Dans tous les cas, il doit être **réaffecté à sa mission première le plus rapidement** possible.

Par exemple, pour les opérations de ventilation, le binôme de sécurité peut être sollicité, en cas d'**absence** d'un **autre binôme**, pour la mise en œuvre de moyens de ventilation.

6.4.1.5. L'alimentation

Les personnels nécessaires pour l'alimentation dépendent de la méthode choisie.

En règle générale, 2 cas se présentent :

- si l'engin est à - **de 20 mètres** d'un hydrant, le **conducteur de l'engin** se charge seul de cette opération,
- si l'engin est à + **de 20 mètres** de l'hydrant ou si l'engin doit être mis en aspiration, il est alors nécessaire de **disposer d'1 binôme** pour cette tâche.

En mode dégradé, dans l'attente de renforts, il est possible d'employer tout binôme rendu disponible dès la fin de sa mission.

L'utilisation du **binôme de sécurité**, dès que celui ci a procédé à l'établissement de la lance D.N. 45 mm en attente, peut-être envisagée par le C.O.S., pour des **missions très ponctuelles**. Dans tous les cas, il doit être **réaffecté à sa mission première le plus rapidement** possible. Par exemple, pour l'alimentation de l'engin pompe, le binôme de sécurité peut être sollicité.

6.4.1.6. Le commandement

Le premier commandement est assuré par le sapeur-pompier le plus ancien dans le grade le plus élevé, en l'absence de dispositions particulières prévues dans le règlement de mise en œuvre opérationnelle.

Le C.O.S. peut désigner des chefs de secteurs. Même dans ce cas, il reste le seul décideur en ce qui concerne les idées de manœuvre générales.

En conséquence, les chefs de secteur doivent faire remonter, dans les meilleurs délais, les informations relatives aux initiatives opérationnelles qu'ils ont été amenés à prendre dans le cadre de l'urgence.

Au titre du principe de protection collective, chaque chef de secteur est habilité à prendre toute **décision opérationnelle** lorsque la **sécurité** des personnels d'intervention, des victimes, des témoins ou des tiers est susceptible d'être compromise.

Le C.O.S., le Gradé de Sécurité et les chefs des secteurs limitrophes doivent alors être immédiatement **informés** :

- de la situation à risque,
- des mesures prises.

6.4.1.7. L'éclairage

Pour les interventions nocturnes, l'éclairage de la zone d'intervention est indispensable pour la sécurité des personnels.

Si, dans la première phase d'un sinistre, c'est l'éclairage individuel qui est utilisé, il faut, le plus rapidement possible, mettre en place un éclairage collectif, plus efficace.

6.4.2. La prise en compte de la charge opérationnelle des personnels

La charge opérationnelle des personnels doit être prise en compte pour l'**estimation des effectifs** de sapeurs-pompiers nécessaires au traitement d'une intervention, relèves incluses.

L'appréciation de la charge opérationnelle doit intégrer des éléments tels que :

- les paramètres de l'intervention : durée, conditions météorologiques,
- les critères humains : âge, condition physique, stress psychologique, fatigue cumulée à l'occasion des interventions précédemment effectuées,
- les conditions techniques : flux thermique, pénibilité des tâches, utilisation d'équipements spéciaux.

L'engagement des personnels **sous A.R.I.C.O.** à l'intérieur du bâtiment, doit être de l'ordre de la demi-heure.

En ce qui concerne les tâches de **déblai**, les **relèves** sont appréciées en fonction de la **pénibilité des tâches accomplies**.

La réhydratation des personnels, lors des opérations de lutte contre les incendies doit être systématique.

6.4.3. L'estimation des moyens à engager

Nonobstant les études préalables du domaine de la prévision opérationnelle, lors de chaque sinistre, le C.O.S. doit déterminer les moyens utiles en fonction :

- des Différentes Tâches à Accomplir (D.T.A.),
- des effectifs nécessaires dont il doit pouvoir disposer,
- de(s) l'engin(s) pompe nécessaire pour une mise en œuvre efficace du binôme de sécurité,
- de la réserve opérationnelle nécessaire sur les interventions importantes.

Cela suppose donc un certain dimensionnement de l'opération.

Le binôme de sécurité n'est efficace au maximum de ses possibilités que s'il dispose d'un dispositif hydraulique « **hydrant / engin pompe / établissement** » totalement **indépendant** de celui du ou des binômes d'attaque.

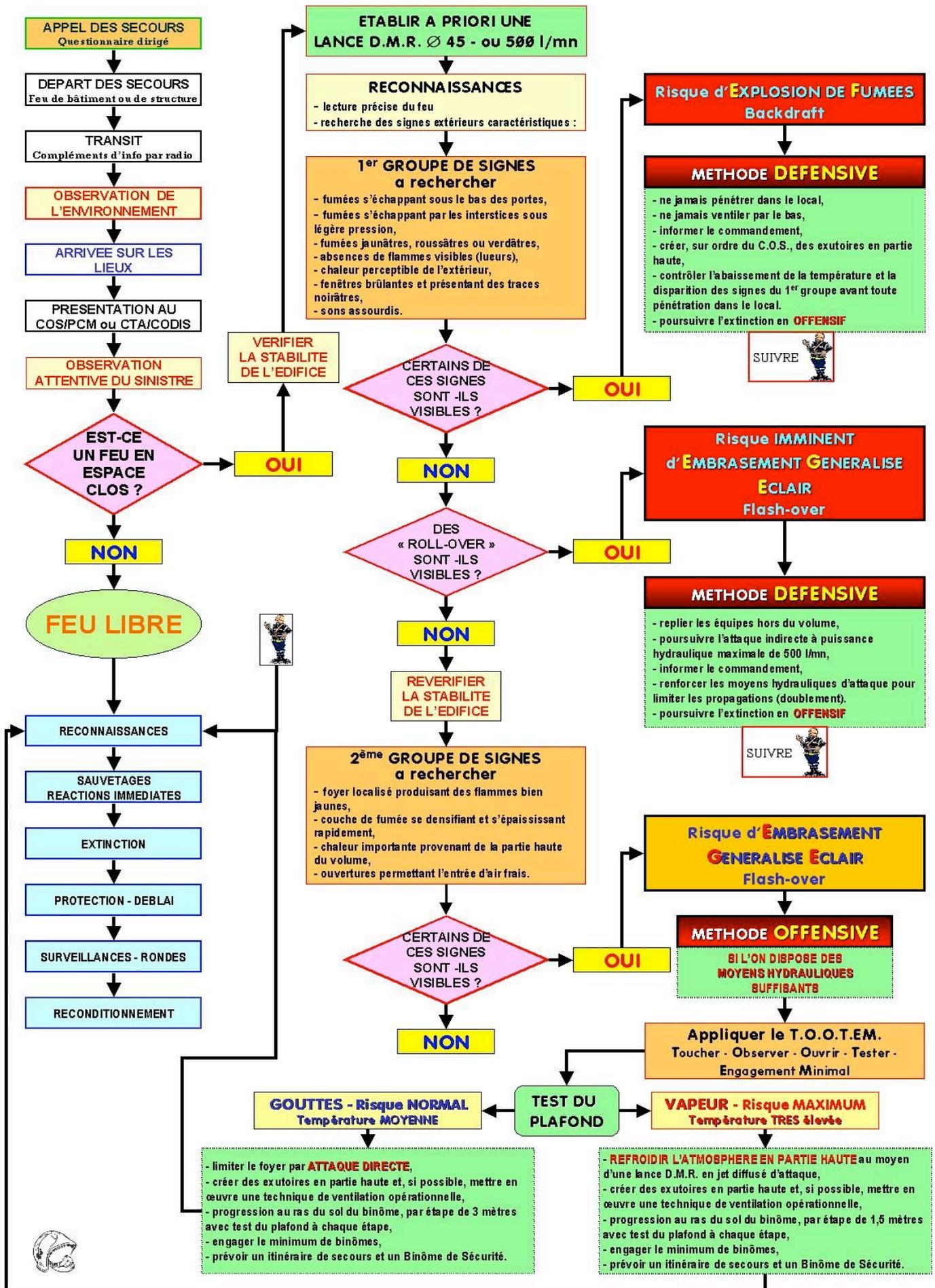
Ces éléments permettent de déterminer quels sont les **moyens supplémentaires techniques, de soutien sanitaire et de commandement** éventuellement à demander en renfort pour traiter l'intervention avec le **maximum d'efficacité opérationnelle et de sécurité collective**.

6.5. SYNOPTIQUE DE LA METHODE D'INTERVENTION

Afin de visualiser d'une façon rigoureuse la méthodologie à appliquer sur ce type d'intervention, un synoptique général condensé a été développé.

Au moyen d'une logique binaire, il indique le processus de réflexion et d'actions au fur et à mesure de la découverte des signes d'alarme.

GRUPE DE TRAVAIL - « ACCIDENTS THERMIQUES »



6.6. TABLEAU RECAPITULATIF

TYPE DE FEU	CONFINE	SEMI CONFINE	EXTERIORISE
Les Risques	EXPLOSION DE FUMÉES (BACKDRAFT)	EMBRASEMENT GENERALISE ECLAIR (FLASH - OVER)	Un foyer en plein régime. L'E.G.E. a eu lieu. La propagation est possible par rayonnement. L'E.F. n'est pas à craindre.
Le Foyer	Sans flammes, de type couvant.	Classique.	Classique.
Les Indicateurs			
Les flammes	Invisibles.	Bien jaunes. Rayonnantes et très chaudes.	Classiques, nettes. Assez hautes. Très rayonnantes.
Les fumées	Denses, grasses, épaisses. Colorées : jaunâtres, rougeâtres, verdâtres. Régime pulsatoire non continu (phénomène d'aspiration / soufflage anormal).	Se densifiant, créant un ciel de fumées. Toit de fumées s'abaissant rapidement près du sol. Flammeroles de couleur rougeoyantes évoluant jusqu'à avoir des langues de feu très visibles dans la fumée et à l'interface fumée/air.	Traditionnelles. Échappement libre Le régime du foyer se stabilise.
Les structures	Quasi fermées. Fenêtres noircies très chaudes. Murs chauds, volets chauds. Vibrations des feuilles minces, portes, baies. Vitrages intacts.	Des ouvertures assez importantes alimentant le foyer en air frais.	Aucune résistance à l'expansion du foyer.
Les lumières émises	Lueurs colorées, diffuses au travers des fumées	Rien de particulier.	Rien de particulier.
Les sons émis	Inhabituels car assourdis.	Les sons sont nets.	Le foyer crépite. C'est un feu « bien parti ».

PEDAGOGIE PAR OBJECTIF

LES EQUIPEMENTS ET MATERIELS D'INTERVENTION

Chapitre 7

A la fin de la lecture de ce chapitre, vous devrez être capable de :

SAVOIR

- **Connaître** les équipements de protection individuelle et les matériels complémentaires d'intervention mis à la disposition des intervenants sapeurs-pompiers.
- Et d'**identifier** les conditions d'exposition face aux risques rencontrés au cours des sinistres, ceci dans le cadre des normes européennes.

Afin de :

SAVOIR FAIRE

- **Utiliser** correctement les E.P.I. et les matériels complémentaires d'intervention de sapeurs-pompiers.

Pour :

SAVOIR ETRE

- **Choisir** les matériels en votre possession et ceci en fonction des conditions d'intervention rencontrées, afin de **faciliter** la réussite totale de l'opération.

7. LES EQUIPEMENTS ET MATERIELS D'INTERVENTION

7.1. LES EQUIPEMENTS DE PROTECTION INDIVIDUELLE

7.1.1. L'environnement institutionnel

Est défini par **Equipement de Protection Individuelle (E.P.I.)** tout **dispositif** ou **moyen** destiné à être **porté** ou **tenu** par une personne en vue de **la protéger** contre un ou plusieurs **risques** susceptibles de **menacer** sa **santé** ainsi que sa **sécurité**.

Pour le sapeur-pompier exposé régulièrement à des **situations dangereuses**, **l'habillement et les matériels** complémentaires associés constituent un **rempart** contre le **risque**.

Ce domaine, fait l'objet d'une **réglementation européenne** et de **spécifications nationales**.

Des directives visent à **harmoniser les exigences essentielles** auxquelles doivent satisfaire les produits pour accéder au marché européen. Il est du ressort des organismes de normalisation européens tel que le **Comité Européen de Normalisation (C.E.N.)** de définir les **spécifications techniques minimales** nécessaires au respect de ces exigences.

Dans le cadre de l'harmonisation des réglementations des pays de l'Union Européenne (U.E.), des directives européennes relatives aux E.P.I. ont été adoptées puis transcrites en droit français.

L'une des directives concerne les prescriptions minimales de sécurité et de santé pour l'utilisation par les travailleurs d'équipements de protection individuelle.

Elle impose des obligations aux employeurs :

- mettre à disposition gratuitement les E.P.I. appropriés,
- veiller à l'utilisation effective des E.P.I.,
- informer les utilisateurs des conditions d'utilisation,
- assurer l'entretien, les réparations et les remplacements nécessaires ainsi que les conditions de mise à disposition,
- former et entraîner les utilisateurs au port des E.P.I.

Chaque équipement doit être conforme aux exigences des référentiels techniques que représentent les **Normes Européennes** et les **Notes d'Information Technique** de la D.D.S.C.

Si les Equipements de Protection Individuelle pour sapeurs-pompiers répondent à des obligations de normes européennes celles-ci sont, comme toutes les normes, un minimum auquel doivent répondre les équipements.

7.1.2. La tenue d'intervention

Les vêtements de protection de sapeurs-pompiers, « E.P.I. » de catégorie de certification 3 suivant le guide de catégorisation de la commission C.E.E. sont destinés à protéger le corps du porteur à l'exclusion de la tête, des mains et des pieds, des effets de la chaleur et de la flamme lors des phases de lutte contre les incendies et les tâches associées.

Des exigences fondamentales de protection fixent un niveau de performance qui doit répondre à des paramètres mesurés sur le comportement à la flamme et à la chaleur tels que la propagation de la flamme, le transfert de chaleur « flamme et rayonnement », la résistance à l'eau et à la pénétration de produits chimiques, la perméabilité à l'air, etc.

Les **tenues d'intervention**, composées ou non de plusieurs pièces ou éléments doivent être **portées complètes et fermées**.

7.1.3. Les gants d'intervention

Les gants de protection, E.P.I. de catégorie de certification 3 (suivant le guide de catégorisation de la commission C.E.) protègent les mains lors de la lutte contre les incendies, les opérations de recherche, de sauvetage et de désincarcération.

Les gants d'intervention doivent être portés de manière à ce qu'aucune partie de peau ne soit découverte, quels que soient les mouvements du porteur.

En tout état de cause, les gants d'intervention doivent assurer une bonne étanchéité avec les manches de la veste d'intervention.

7.1.4. La cagoule de protection

La cagoule de protection, E.P.I. de catégorie de certification 3 (suivant le guide de catégorisation de la commission C.E.) est destinée à être **portée sous le casque de feu**. Elle renforce la **protection thermique de la tête**, particulièrement exposée lors des interventions sur des feux en locaux clos ou semi-ouverts en raison de la très forte chaleur ambiante localisée en partie haute des volumes.

La **cagoule de protection** doit être portée de façon à ce qu'**aucune surface de peau ne soit apparente**. La **base est maintenue sous le col fermé** de la veste d'intervention.

7.1.5. Le casque de feu

Le casque, E.P.I. de catégorie de certification 3 (suivant le guide de catégorisation de la commission C.E.) assure une **protection mécanique, thermique, électrique et oculaire du crâne** ainsi que des organes de la face.

Lors des opérations de lutte contre les feux urbains, il convient d'utiliser le cas échéant hors port de l'A.R.I. les écrans additionnels de protection oculaire ou thermique.

Le casque doit être **ajusté au tour de tête** et porté **sanglé**, même avec un masque d'A.R.I. traditionnel sans kit de liaison.

Des options permettent le recours à des fonctions complémentaires : bavolet, éclairage, radiophonie, instrumentation thermique ou vidéo...

7.1.6. Le ceinturon d'intervention et la longe de maintien au travail

Cet ensemble pour sapeur-pompier, E.P.I. de catégorie de certification 3 (suivant le guide de catégorisation de la commission C.E.) est destiné :

- d'une part à **la sécurité du personnel** en procédant au maintien et à la sécurisation de l'utilisateur à son poste de travail.
- d'autre part, à assurer la **fonction de porte accessoires** pour les gants d'intervention, la lampe individuelle, la polycoise et autres matériels spécifiques, ainsi qu'une visualisation, un repérage ou une identification dans l'environnement du travail.

Le **ceinturon d'intervention** doit être **complété** par le **port du harnais** lors des opérations de sauvetage ou de progression en sites pouvant occasionner la chute de l'intervenant.

7.1.7. Les chaussures de protection

Les articles chaussants pour sapeur-pompier, E.P.I. de catégorie de certification 3 (suivant le guide de catégorisation de la commission C.E.) sont destinés à la **protection des pieds**. Les chaussures doivent notamment avoir une semelle résistante à la perforation et assurer une protection des orteils.

Les **chaussures de protection** doivent être **ajustées et fermées par recouvrement** avec le bas du pantalon d'intervention.

7.1.8. Le gilet de signalisation haute visibilité

Le gilet de signalisation haute visibilité pour sapeur-pompier, E.P.I. de catégorie de certification 2 (suivant le guide de catégorisation de la commission C.E.) est destiné à permettre la **visualisation** des intervenants évoluant sur la **chaussée**. Cet E.P.I. ne possédant aucune

caractéristique de résistance au feu ne doit pas être porté par les sapeurs-pompiers intervenant au contact de l'incendie ou d'un danger d'explosion.

Le **gilet de signalisation** doit être porté par les **conducteurs** des **engins stationnés sur la chaussée** - fourgon d'incendie, Moyens Elévateurs Aériens, etc. – notamment lorsque celle-ci reste ouverte à la circulation.

Toutefois, il est **impératif** que les **engins** soient **placés** à une **distance suffisante** de l'incendie soustrayant ces personnels à ses effets thermiques ou à ceux d'une explosion.

7.2. LES EQUIPEMENTS COMPLEMENTAIRES D'INTERVENTION

7.2.1. Le détecteur d'immobilité et le capteur de température

L'usage coutumier des A.R.I. rend nécessaire l'adoption de systèmes de détection de l'immobilité des porteurs. Ces dispositifs, également appelés « hommes morts », sont obligatoires dans certains secteurs de l'industrie pour les **travailleurs isolés**.

Pour les personnels des services de secours et de lutte contre l'incendie soumis à des agressions sévères et imprévisibles, le détecteur d'immobilité se justifie pleinement.

A l'occasion de **renouvellement** ou de **dotation complémentaire**, il est souhaitable de prendre en compte les éléments suivants :

- système antidéflagrant (A.D.F.),
- émission sonore de puissance suffisante ne pouvant être assourdie,
- son d'alerte ne pouvant être confondu avec des sons existants par ailleurs : moteur et alarme de recul de véhicule, bruit de l'incendie, parole et cris, etc.
- fréquence du son permettant de franchir les murs et obstacles,
- pré avertissement sonore avant le passage en alarme,
- système de fixation fiable,
- système lumineux de positionnement,
- systèmes accessoires permettant de donner des ordres aux équipiers,
- possibilité d'intégrer un système de suivi radio.

Les essais des détecteurs d'immobilité doivent être faits en situation réelle, par les personnels opérationnels auxquels ils sont destinés.

En ce qui concerne le **détecteur de température**, il est associé au détecteur d'immobilité, pour un surcoût très modique. Sa présence est très fortement recommandée. En effet, la mise en service des tenues de protection conformes aux exigences européennes implique que le sapeur-pompier est très isolé du milieu thermique ambiant : il n'a plus de points de repères, et court donc le risque de s'exposer thermiquement plus qu'il ne le devrait.

Le détecteur de température est donc destiné à renseigner le porteur sur la température du milieu ambiant. Cela lui permet d'apprécier la plage de température dans laquelle il évolue. En fonction de la température, le **signal sonore est différent**, en fréquence et en intensité.

Afin d'être correctement exposé, le **détecteur de température** doit être **positionné en partie haute** du corps de l'intervenant.

7.2.2. Les commandes, lignes guides et liaisons personnelles

Pour le binôme d'attaque disposant de l'établissement d'alimentation (L.D.T.) ou mieux D.M.R. Ø 45 comme « fil d'Ariane », dès lors que les personnels ne s'en écartent pas, il peut être dérogé à l'usage des commandes et lignes guides dans les opérations courantes.

L'utilisation de commandes ou mieux à l'occasion de **renouvellement** ou de **dotation complémentaire**, de lignes guides et liaisons personnelles restent nécessaire afin que les autres binômes demeurent groupés.

Les **commandes** ou **lignes guides** et **liaisons personnelles** font partie intégrante de la **méthodologie d'intervention en binôme** sous A.R.I.

7.2.3. Le badge individuel d'identification (Modèle étranger à expérimenter)

Cet élément est utilisé dans la méthodologie A.R.I. et son usage est essentiel pour la réalisation en toute sécurité des missions de secours assurées par les sapeurs-pompiers. A défaut de moyens nominatifs individuels, l'identification repose sur un simple **code collectif** fonctionnel : « **chef d'agrès E.P.A. ...** » ou « **1^{er} chef F.P.T. ...** ».

En phase d'attente, le badge est accroché par l'intermédiaire d'un mousqueton au ceinturon d'intervention ou à la tenue du sapeur-pompier. Chaque fois que ce dernier pénètre dans un périmètre dangereux, il accroche son badge, par exemple à un piquet témoin spécifique. Lors de sa sortie, il récupère son badge nominatif ou fonctionnel.

photo

Le badge individuel d'identification permet instantanément au C.O.S. et au « Gradé de Sécurité » (G.S.), lorsque la fonction est instituée, de connaître :

- les identités,
- le nombre d'intervenants se trouvant dans la zone sinistrée.

Ainsi, en cas de problème survenant lors de l'intervention, le C.O.S. peut à tout moment savoir qui est engagé sur le sinistre et faire mener les **opérations de recherche et de sauvetage** en conséquence.

Lorsqu'il est pratiqué avec rigueur, ce mode de gestion en temps réel ne demande que peu de personnel de soutien logistique, chaque sapeur-pompier gérant lui-même son entrée et sa sortie de la zone de travail.

Il peut être mis en œuvre dès l'arrivée sur les lieux des premiers secours car **il ne requiert aucune infrastructure lourde de 2^{ème} ou 3^{ème} échelon.**

Cette technique de gestion des personnels engagés peut être utilisée dans de très nombreux autres domaines techniques d'intervention : sauvetage déblaiement, risques technologiques, etc.

7.2.4. L'éclairage individuel

Cet éclairage présente l'avantage d'une mise en œuvre rapide, mais qui ne peut être pérenne. L'éclairage individuel est celui dont dispose chaque sapeur-pompier. Il est souhaitable qu'il soit de sécurité intrinsèque. Le fait qu'une lampe soit étanche n'est pas une garantie suffisante de sécurité contre les risques de déclenchement d'une explosion.

Il est donc primordial d'apporter une attention toute particulière sur le choix des systèmes d'éclairage individuel.

L'éclairage individuel peut être soit portable à main, soit porté par l'équipement (casque, veste d'intervention, etc.). Il doit être allumé et éteint à l'extérieur de la zone à risque.

Dès que possible, pour des raisons évidentes de sécurité lors des déplacements, il est impératif de remplacer l'éclairage individuel par un éclairage collectif de zone.

7.2.5. L'éclairage collectif

On l'appelle aussi éclairage de zone. Il permet de diffuser une puissance lumineuse minimale sur l'ensemble du site de l'opération, aussi bien sur l'extérieur que sur l'intérieur des locaux concernés.

En effet, l'alimentation électrique du secteur devant être coupée dès l'arrivée sur les lieux, les systèmes fixes d'éclairage ne sont plus opérationnels.

Ces systèmes d'éclairage collectif peuvent être soit en 24 volts, alimentés par un groupe électrogène ou par le système électrique du véhicule, soit en 220 volts.

La solution de l'alimentation en 24 volts présente l'avantage de la sécurité intégrale contre les chocs électriques, mais présente l'inconvénient de poser des problèmes de génération électrique. L'alimentation de l'éclairage du site à partir du système d'origine d'un engin d'incendie est difficile en raison de la très petite puissance délivrée par les alternateurs d'origine des véhicules destinés à la lutte contre les incendies.

L'alimentation de l'éclairage en 220 volts présente l'avantage de la polyvalence du groupe électrogène (qui peut alimenter des éléments divers comme des pompes électriques, des systèmes de découpe de rideaux métalliques, etc.) mais induit un risque de choc électrique. Il est alors indispensable de munir chaque sortie électrique d'un disjoncteur différentiel.

Il faut noter que l'éclairage collectif (ou de zone) peut ne pas être A.D.F. Cette option n'est d'ailleurs pas forcément indispensable, car le délai de mise en place de cet éclairage à l'intérieur du bâtiment est suffisamment long pour que les risques d'explosion soient neutralisés.

7.2.6. Les échelles à main et les moyens élévateurs aériens

7.2.5.1. Les échelles à main

Les échelles à main existent sur l'ensemble des véhicules de secours et de lutte contre les feux urbains.

A l'occasion de **renouvellement** ou de **dotation complémentaire**, les échelles en bois peuvent avantageusement être remplacées par des modèles en **matériaux composites** qui combinent sur intervention un **poids raisonnable** et une protection contre les **risques d'électrisation ou d'électrocution** que présentent tous les modèles d'échelles métalliques.

Des échelles à main doivent être mises en place sur les itinéraires de secours, dans le cas de feux se développant dans le domaine de travail de ce type d'agrs aux 1^{er} et 2^{ème} étages. Des modèles légers et maniables sont plus aisément utilisables dans l'urgence.

Cependant, le choix du modèle de l'échelle à acquérir n'est qu'un des aspects du problème.

Une formation à la maîtrise des techniques de **manipulation** des échelles à main reste nécessaire pour une bonne efficacité opérationnelle, ainsi que pour une mise en œuvre dans le respect des règles de la **sécurité d'emploi**.

7.2.5.2. Les Moyens Elévateurs Aériens (M.E.A.)

Nous regroupons sous ce vocable l'ensemble des systèmes de sauvetage en hauteur, à savoir les échelles automatiques, semi-automatiques ou manuelles et les bras élévateurs articulés, télescopiques ou combinés.

Le nombre de missions simultanées à conduire conditionne le nombre de moyens élévateurs aériens à détenir sur les lieux du sinistre.

Le recours et l'utilisation de cette catégorie d'engin doivent être systématisés.

Dès que les sauvetages et mises en sécurité des personnes menacées par l'incendie sont effectués, ces engins doivent être conservés sur les lieux et engagés pour des missions de sécurité au profit des intervenants eux-mêmes : binômes d'extinction, de ventilation, de reconnaissance...

Par exemple, les sauvetages réalisés, le C.O.S. fait positionner les moyens élévateurs aériens disponibles sur les itinéraires de secours, afin de permettre aux sapeurs-pompiers

engagés à l'intérieur du bâtiment sinistré de pouvoir évacuer en cas de problème à partir du 3^{ème} étage, par un **itinéraire traversant**, (Cf. chapitre 6.1.5.).

L'ensemble des intervenants doit être informé de la mise en œuvre de moyens élévateurs aériens sur les façades.

7.2.7. Les lances traditionnelles et multi - débits

Les textes définissent pour **deux systèmes**, les caractéristiques minimales des lances à main destinées à la lutte contre les incendies.

Les matériels en dotation recouvrent :

- des robinets Diffuseurs Mixte à débit Fixe (type A et B) : D.M.F.
- des robinets Diffuseurs Mixte à débit Réglable : D.M.R.

Le vocable normatif D.M.R. se retrouve sous d'autres appellations locales : L.D.V., L.A.R.M., Q1 à Q3

Les D.M.R. présentent, vis à vis des D.M.F. une différence qui fait leur prééminence sur ces dernières : la possibilité de **variation du débit**.

Cette caractéristique est un gage de protection et d'efficacité, lorsque ces lances de nouvelles générations sont, à l'occasion de **renouvellement** ou de **dotation complémentaire**, mises en service accompagnées d'une **formation** des personnels d'intervention.

Les lances D.M.R. facilitent pour le porte lance, la maîtrise de l'opération. Il est en effet le mieux placé pour savoir quel débit il doit utiliser pour le traitement du sinistre. Ce débit varie dans le temps, entre le début de la phase d'attaque et la fin de la phase de déblaiement : il suit une courbe descendante. Mais un événement imprévu comme une explosion, une inflammation violente, peut obliger le porte lance à reprendre un débit important.

Lorsqu'il peut en être doté , **les lances D.M.R. permettent** au porte lance de toujours avoir un **débit adapté à sa situation opérationnelle** :

- ☉ jusqu'à un débit d'environ **500 l/mn** lors de **l'attaque**,
- ☉ un débit d'environ **250 l/mn** lorsque le **sinistre est maîtrisé**,
- ☉ un débit d'environ **80 l/mn** par intermittence lors du **déblai**.

A volume identique, une attaque de 30 secondes menée à 500 l/mn est plus efficace et moins dangereuse qu'une utilisation de la L.D.T. pendant 3 minutes à 80 l/mn.

Pour l'usage traditionnel des lances D.M.F., il convient de recourir à la transformation des lances au fur et à mesure de l'extinction du sinistre.

Les lances D.M.R. sont par ailleurs munies d'une **position diffusée très efficace** :

- pour la protection du porte lance, un diffusé sous fort débit forme un écran de protection thermique quasiment infranchissable,
- pour réaliser une Ventilation par Dépression (V.D.).

Lors de l'acquisition des lances multi - débits, il est indispensable de prendre en compte les éléments suivants :

- l'angle d'ouverture et la qualité du diffusé de protection,
- l'ergonomie et la maniabilité de la lance,
- les débits réalisés par la lance, dans les différents jets,
- la qualité de réalisation et de montage,
- la simplicité et le caractère intuitif des systèmes de manœuvre et de commande : réglage du débit, choix de la sélection des différents jets, ouverture / fermeture de l'agrès...

Une attention particulière doit être portée sur l'homogénéité du cône du jet des lances D.M.R. ainsi que sur le calibrage des gouttes, optimales dans leurs effets pour des valeurs comprises entre 0,2 et 0,5 mm de diamètre.

En effet ce sont ces caractéristiques qui, lors du test du plafond, doivent permettre de renseigner le porte lance sur la température des fumées.

Pour une bonne utilisation des lances, des éléments concrets sont présentés au chapitre 8.

7.2.8. Les moyens de ventilation

L'évolution des risques actuellement constatée induit une révolution significative dans le domaine du traitement traditionnel des fumées et gaz de combustion de :

- la **Ventilation Naturelle** (V.N.) par courants d'air,
- la **Ventilation Forcée** (V.F.) par l'emploi de moyens électriques, hydrauliques, thermiques utilisés en aspiration ou refoulement,

vers une technique d'attaque à part entière au travers de solutions innovantes présentées notamment par

- la **Ventilation par Dépression** (V.D.) du cône de Venturi des lances D.M.R. placées aux fenêtres, aux VELUX[®], aux vasistas ...
- la **Ventilation par Pression Positive** (V.P.P.) employée par des binômes formés aux techniques d'attaque conjuguée.

Dans les **techniques de lutte** doivent être incluses les notions de **VENTILATION** (offensive, défensive) et désenfumage.

7.2.9. Les moyens de pénétration : gaffes, haches, hachettes, outils de forçement...

Les sapeurs-pompiers français disposent depuis de très nombreuses années de moyens de pénétration dont il convient de valoriser l'emploi et à l'occasion de **renouvellement** ou de **dotation complémentaire** de faire évoluer les caractéristiques intrinsèques.

Une lente mais constante mutation des outils et l'usage de matériaux composites favorisent :

- ➡ l'ergonomie et la maniabilité,
- ➡ la rationalisation et la polyvalence.

Les possibilités de ces outils doivent suivre de près l'évolution des lieux et des conditions actuelles d'interventions : étroitesse des locaux, gaines, faux plafonds suspendus, double vitrage...

Des **gaffes** en matériau composite, réalisées en éléments emboîtables, permettent de travailler avec un outil modulable dont la longueur peut être ajustée à la hauteur du lieu et à la tâche à effectuer.

Des **haches et hachettes** avec des manches en matériau composite peuvent de surcroît remplacer les masses, et massettes dans certaines de leurs applications.

Des **outils de forçement**, nouveaux venus dans l'armement des engins d'incendie effectuent une apparition dans le milieu du sauvetage. Ils peuvent par leur polyvalence être appelés à succéder aux hachettes et aux petites pinces.

Ces outils de forçement existent en diverses tailles, mais leur utilisation est semblable. Les outils de grande taille peuvent également remplacer les grandes pinces.

7.2.10. Les caméras et détecteurs thermiques

Les caméras et détecteurs thermiques peuvent être d'un apport significatif en ce qui concerne l'**optimisation des conditions d'intervention** des sapeurs-pompiers notamment en milieu clos ou hostile.

Les caméras thermiques présentent de très nombreux avantages : rapidité de localisation des victimes, repérage très rapide et précise du feu et, lors de la

phase de déblai, contrôle de l'extinction des points chauds.

Toutefois, il faut conserver à l'esprit que le recours aux caméras thermiques n'est possible que si les conditions d'environnement permettent la pénétration des équipes de secours. Cela peut n'être possible qu'après une première phase d'extinction.

Il est important de préciser que le verre filtrant les rayonnements infrarouges, d'une caméra thermique (dont la fenêtre de visée est en sélénium) est totalement inefficace placée derrière une fenêtre d'habitation ou un pare-brise de véhicule.

Des **détecteurs thermiques**, d'un coût modeste et d'une efficacité plus restreinte existent. Ils ne permettent en aucun cas la localisation des éventuelles victimes. Ils peuvent toutefois localiser assez précisément la position du feu dans un volume concerné. Mais leur utilisation nécessite une bonne habitude des personnels, au contraire de la caméra qui est un système « visuel » très intuitif.

S'il convient d'intégrer les possibilités offertes par les caméras et détecteurs thermiques, les coûts d'acquisition et de maintenance ainsi que les limites techniques rencontrées commandent de ne pas tout miser sur la seule tactique de l'instrumentation des intervenants.

7.2.11. Les détecteurs toximètres (CO) et EX

Chacun sait que tout incendie produit une quantité de (CO) importante, ainsi que de nombreux autres gaz toxiques (HCN, HCl, phosgène, NOx ...). Si, lors de la phase d'attaque, les personnels travaillent sous A.R.I., cela peut être également le cas lors des phases de déblai. On peut également recourir à la mise œuvre d'une ventilation sur les décombres.

Les fréquents maux de tête dont souffrent les sapeurs-pompiers à l'issue d'un sinistre représentent dans 90 % des cas, un début d'intoxication au monoxyde de carbone lié au temps passé sur les décombres sans A.R.I.

Lors des phases finales de la M.G.O., il est souhaitable d'équiper un des sapeurs-pompiers exposés au risque d'un **détecteur automatique de (CO)** en mode balise afin d'alerter le **C.O.S.** et le « **Gradé de Sécurité** » (G.S.), lorsque la fonction institutionnalisée est dédoublée, en cas de présence en milieu clos ou confiné de ce gaz mortel.

Un détecteur automatique de (CO) en mode balise, de surcroît couplé à un explosimètre afin de prévenir tout risque d'explosion de gaz, assure une protection collective des sapeurs-pompiers exposés.

7.2.12. Les outils d'aide à la gestion opérationnelle

Ces outils sont constitués de documents reprenant une schématique de l'intervention, sur lesquels tout responsable peut se situer et retrouver chaque action en cours de réalisation ou bien déjà effectuée, ou encore à mettre en œuvre dans le futur.

Il s'agit par exemple d'un plan accompagné d'un schéma des lieux, reprenant chronologiquement l'essentiel de la **Méthode de Raisonnement Tactique** (M.R.T.).

Ces outils d'aide à la gestion opérationnelle sont globalement de deux types :

- des modèles simples, à remplir manuellement,
- des systèmes informatisés sur ordinateurs embarqués.

Le premier type offre l'avantage de la **simplicité d'utilisation**, d'une mise en œuvre aisée et reste d'une utilisation intuitive et peu coûteuse.

Le second plus sophistiqué, offre un rendu et une qualité de travail indéniables ainsi qu'un **historique chronologique**, modification après modification.

Quelque soit sa forme ou son support, le principe de l'usage de l'outil d'aide à la gestion opérationnelle doit être retenu comme étant primordial pour la qualité de la conduite des opérations par le C.O.S.

7.2.13. Les matériels divers

Les matériels divers sont très nombreux. Ils sont souvent issus de recherches locales effectuées dans de nombreux corps de Sapeurs-Pompiers français ou étrangers. Ils répondent à des besoins précis, notamment, celui de faciliter les tâches de reconnaissances et de cheminement.

Pour les caractériser, nous pouvons dire « **on peut faire sans, mais c'est bien mieux avec** » :

- les **cale – portes** : ce sont des accessoires permettant de garder les portes ouvertes. Ces systèmes sont très utiles lors des opérations de ventilation, mais également lors des opérations de secours (brancardage, etc.),
- les **tresses lumineuses** : ce sont des gaines translucides, dans lesquelles sont intégrées des guirlandes lumineuses. Ces systèmes sont installés sur le sol, alimentés en 12, 24 ou 220 volts et peuvent alors baliser un itinéraire
- les **bâtons fluorescents** : ce sont des systèmes à énergie chimique qui se cassent pour être mis en fonction. Ils ne sont pas réutilisables, mais sont d'un coût modeste. Ils présentent de plus d'être parfaitement de sécurité intrinsèque, puisqu'ils ne génèrent pas de chaleur, et qu'ils n'utilisent pas d'énergie électrique ou thermique pour fonctionner. Ils peuvent servir pour le repérage des accès et le balisage des cheminements,

- les **feux à décharge** : ce sont des systèmes basés sur les tubes au xénon. Ils sont très puissants, mais les systèmes à sécurité intrinsèque ne sont pas très répandus. Ils peuvent servir pour baliser un binôme de reconnaissance. Les feux à décharge au xénon sont les systèmes les plus performants à travers la fumée,
- les **tuyaux phosphorescents** ou **rétro réfléchissants** : ce sont des tuyaux d'incendie dont le tissage est revêtu d'un enduit phosphorescent ou rétro réfléchissant. Ils peuvent servir pour repérer aisément les cheminements.

7.3. LA PREVENTION ET LA GESTION DES CONTRAINTES LIEES A LA PROTECTION VESTIMENTAIRE DES SAPEURS-POMPIERS

7.3.1. Introduction

L'augmentation du potentiel calorifique moyen rencontré dans les locaux domestiques, commerciaux et industriels ainsi que l'amélioration de l'étanchéité de ces derniers (double vitrage, isolation, etc....) ont sensiblement aggravé la violence des sinistres auxquels sont confrontés les sapeurs-pompiers.

Parallèlement, l'émergence d'une réglementation européenne et nationale relative aux équipements de protection individuelle engendre une évolution dans les tenues de protection mises à la disposition des personnels des services d'incendie.

L'amélioration constante du niveau d'équipement des équipes opérationnelles doit s'accompagner de mesures spécifiques et adaptées.

7.3.2. La conception des vêtements

La conception des tenues va dans le sens d'une prise en compte d'un niveau de protection quasiment total, c'est à dire de la tête aux pieds en passant par les mains.

Les nouveaux vêtements de protection sont de composition multicouches généralement assemblés comme suit :

- couche externe,
- couche imper - respirante,
- couche ou dispositif jouant le rôle de barrière thermique,
- couche interne de propreté et confort.

Ceux-ci doivent être portés de façon ample de telle sorte que les couches d'air situées entre les différentes nappes de l'assemblage ainsi qu'entre le corps du pompier et ses vêtements puissent également jouer un rôle d'isolant thermique.

Il faut toujours garder à l'esprit que l'air est l'un des meilleurs isolants, ce qui conduit à intégrer dans ces vêtements des « espaceurs » garantissant dans les zones comprimées (épaules, dos, torse, ...) une épaisseur d'air minimale.

7.3.3. Les contraintes physiologiques

Ces E.P.I., bien que procurant un excellent niveau de protection, engendrent dans le même temps certaines contraintes physiologiques liées à leur conception ainsi qu'à leurs conditions d'utilisation (environnement hostile, chaleur, humidité. etc..).

Bien que d'un poids raisonnable (veste + surpantalon type multicouche ± 3 kg en taille 104 M), ils engendrent une élévation plus rapide de la température interne malgré les capacités imper - respirantes de leurs composants et facilitent par là même l'apparition de phénomènes de déshydratation qu'il est nécessaire et important de prendre en compte.

7.3.4. Formation et information des Sapeurs - Pompiers

Il est particulièrement important de porter à la connaissance des sapeurs-pompiers les limites du niveau de protection offert par leurs E.P.I. En effet, ceux-ci sont conçus pour résister à une température ambiante de l'ordre de 800 à 1000°C pendant un délai relativement limité, inférieur à une vingtaine de secondes. Les E.P.I. n'offrent nullement une protection totale et continue dans n'importe quelles circonstances.

Il est donc important d'être informé du fait que les vêtements, tout en améliorant très sensiblement la protection offerte modifient la perception des variations à la hausse comme à la baisse de l'environnement thermique.

Ces vêtements spécifiques et techniquement évolués nécessitent cependant le respect strict de conditions d'emploi, de stockage et d'entretien offrant ainsi le meilleur niveau d'efficacité et préservant leur durée de vie.

LA FORMATION DOIT PORTER SUR LES POINTS SUIVANTS :

- connaissances techniques des E.P.I. (composition, limites, critères de réforme,...),
- réglementation E.P.I. (grands principes dont celui d'une protection globale : continuité de celle-ci).
- interprétation des marquages (Cf. normalisation),
- responsabilité individuelle,
- responsabilité de l'employeur,
- conditions de port,
- conditions de stockage,
- conditions d'entretien,
- composition des différentes tenues,
- prise de conscience de la modification des perceptions sensorielles,
- risques liés à la déshydratation,
- stress thermique,

et doit faire l'objet d'une formation spécifique tant au niveau de la base (équipier et chef d'équipe) qu'au niveau des cadres (chefs d'agrès, chefs de groupe, chefs de colonne).

7.3.5. La gestion « Pré – Intervention » ou préventive

Ce sont les actions menées avant l'intervention se traduisant par un certain nombre de dispositions destinées à limiter les conséquences liées aux contraintes du port des vêtements de protection.

Il peut notamment s'agir de consignes faisant l'objet de dispositions de l'institution dans le cadre d'un règlement d'habillement par exemple,

- prévoir un contrôle des E.P.I. par du personnel formé et ce au minimum une fois par an ou lors du constat d'une détérioration,
- interdire le port de vêtements non compatibles avec une utilisation au feu (ex : sweat-shirt ou pull SP car une forte proportion de polyester entre dans leur composition) au profit des vêtements en matériau non feu (coton, Proban[®], etc.),
- proscrire le port de la veste SPF1 sous la veste de feu,
- veiller à l'absence de vêtements en matériau synthétique, notamment les sous-vêtements masculins et féminins (attention aux départs au feu au moment du sport),
- veiller au port effectif d'un pantalon SPF1 sous le surpantalon,
- promouvoir l'importance d'une bonne condition physique,
- intégrer la notion de « tenue adaptée au risque »,
- prévoir l'emport de vêtements secs (retour d'intervention),
- prévoir l'hydratation des S.P. en dotant les engins d'incendie de boissons adaptées (eau minérale, boissons énergétiques, etc.).

7.3.6. La gestion pendant l'opération

Dans le cadre des opérations de lutte contre l'incendie, il est nécessaire de prévoir une gestion de l'engagement des personnels intégrant les contraintes physiologiques liées notamment au port des E.P.I. ainsi que le taux de charge des S.P.

Quelques mesures simples permettent de limiter efficacement les risques de survenue de certains problèmes liés au stress physique et psychique :

- limiter l'engagement des personnels dans le temps pendant les phases actives (attaque, reconnaissance, etc..) en prévoyant une relève toutes les 15 à 20 mn. A cet effet, on peut avantageusement s'aider du tableau de contrôle A.R.I. pour gérer les rotations de personnel,
- prévoir une zone, en retrait de l'opération, dite de reconditionnement où les personnels peuvent, après avoir décapelé l'A.R.I. :

- ◆ ouvrir et / ou retirer leurs vêtements de protection,
- ◆ s'hydrater,
- ◆ se sustenter avec des aliments énergétiques,
- ◆ se reposer,
- ◆ privilégier la station assise et l'ambiance calme.

Cette zone peut être située à l'air libre, si le temps et le lieu le permettent, ou bien à l'intérieur d'une salle, dans la cabine ou la cellule d'un engin, dans une tente type P.M.A. ou à l'intérieur de tout autre site adapté.

Nos homologues américains disposent, notamment dans les états les plus chauds, de véhicules de reconditionnement dotés de la climatisation à l'intérieur desquels les sapeurs-pompiers peuvent se rafraîchir, boire et se reposer entre deux phases opérationnelles actives. (cf. Phoenix Fire Department, New York City Fire Department).

- en cas d'exposition à un fort rayonnement thermique, on peut prévoir un ou plusieurs récipients d'eau fraîche dans lesquels les S.P. trempent leurs mains et leurs avant-bras afin d'améliorer la régulation thermique du corps (vasoconstriction du réseau d'irrigation sanguine donc meilleur échange thermique tant au niveau des mains que des plus gros vaisseaux au niveau interne),
- veiller au port d'une tenue « adaptée au risque » (le conducteur d'un engin - pompe en aspiration à 400 m de l'opération n'a pas besoin d'être en tenue de feu complète en plein été),
- demander les moyens complémentaires tant en matériels qu'en personnels permettant de faire face aux besoins de relèves notamment,
- il peut être opportun de faire assurer la couverture médicale de l'opération par le S.S.S.M.

Au cas où les relèves de personnels ne sont pas possible, il est particulièrement important de veiller à ce que ces personnels d'attaque s'hydratent abondamment au moment du changement des bouteilles d'A.R.I.

7.3.7. La gestion « Post – Opération »

Il est nécessaire :

- de veiller à l'allègement éventuel de la tenue lors des phases de rangement des matériels en fin d'intervention,
- après remise en état du matériel et des engins, de veiller à l'hydratation et au repos des sapeurs-pompiers ayant subi un engagement physique intense,
- de réarmer les engins d'incendie en boissons adaptées,

- de veiller au séchage des E.P.I. (armoires séchantes, vestiaires chauffés, etc.) et faire procéder à l'entretien de ceux - çï si nécessaire,
- de contrôler visuellement les E.P.I. afin de rechercher les dommages éventuels devant justifier une réparation ou un remplacement.

PEDAGOGIE PAR OBJECTIF

LES LANCES D.M.F. ET D.M.R.

Chapitre 8

A la fin de la lecture de ce chapitre, vous devrez être capable de :

SAVOIR

- **Connaître** tous les principes généraux de fonctionnement des lances D.M.R. et leur utilisation opérationnelle.

Afin de :

SAVOIR FAIRE

- **Choisir et mettre en œuvre** ces matériels d'extinction.

Pour :

SAVOIR ETRE

- Que les intervenants soient **autonomes** et **efficaces** lors de l'utilisation de ces lances permettant des actions autres que celles dévolues aux lances traditionnelles.

8. LES LANCES A DIFFUSEUR MIXTE FIXE ET DIFFUSEUR MIXTE REGLABLE

Ce chapitre peut être considéré comme une introduction au domaine de l'emploi des **lances à Diffuseur Mixte Réglable, manuelles ou automatiques.**

En effet **ces lances nécessitent** à elles seules **une formation incluant théorie et mises en œuvre pratique** sur feux réels de locaux, afin que soient **assimilés les avantages importants** que les lances à Diffuseur Mixte Réglable, manuelles ou automatiques procurent, mais également les quelques **inconvenients** qu'elles présentent.

Les lances à diffuseurs mixtes réglables (D.M.R.) se généralisent au sein des corps de sapeurs-pompiers. Elles font l'objet d'un texte normatif.

Nous trouvons sur le marché de nombreux fabricants de ce type de matériels. Les systèmes proposés sont, à priori, tous à peu près identiques. Toutefois, après étude approfondie, les résultats opérationnels de chaque marque s'avèrent être différents.

Il existe 2 grandes familles de lances D.M.R. : manuelles et automatiques. Les éléments les plus importants à prendre en compte pour leur choix sont indiqués ci-après.

8.1. LES PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

8.1.1. Les lances conventionnelles à Diffuseur Mixte Fixe (D.M.F.)

Les sapeurs-pompiers ont de tout temps utilisé des lances qui servent « à former et à diriger le jet ». Ces lances à D.M.F. présentent toutes des ajutages fixes. Le diamètre de l'orifice ne peut en aucun cas être modifié par l'utilisateur.

Schéma d'un ajutage fixe

Ce constat, pénalisant lors de l'extinction d'un incendie puisqu'il ne permet pas d'adapter le débit au besoin, est à la base du développement des lances munies d'un robinet à diffuseur mixte réglable.

8.1.2. Les lances à Diffuseur Mixte Réglable (D.M.R.)

Ces lances ne présentent jamais un ajutage pleine section car il est matériellement impossible ou très difficile de faire varier un diamètre sur un orifice. Une des solutions techniques connues est celle employée en photographie : l'iris du diaphragme d'un objectif de prise de vue.

Cependant ce dispositif ne peut pas être utilisé pour des lances à eau en raison des efforts très importants créés par la pression hydraulique à l'orifice. Pour obtenir une modification du débit, une solution technique possible est de faire varier l'épaisseur d'un anneau d'eau circulaire.

Schéma du réglage des débits des lances MACH3

Cette variation d'épaisseur est généralement obtenue en faisant reculer une partie mobile. La partie mobile, en couissant vers l'arrière, dégage un passage plus large. L'épaisseur de l'anneau d'eau ayant été augmentée, le débit est donc supérieur.

Cette technique permet également de purger la lance des corps étrangers qui peuvent s'y introduire.

La variation du débit est généralement obtenue en manœuvrant une bague tournante. Celle-ci est indexée et fait référence à des débits par l'intermédiaire de repères visuels et tactiles.

Des indications portées sur des bandes réflectorisées permettent de visualiser les positions même par faible lumière.

Sur les lances à diffuseur mixte réglable à régulation automatique, la variation du débit est très souvent obtenue par la manœuvre de la poignée d'ouverture / fermeture de la lance.

Toutefois, les lances à diffuseur mixte réglable obéissent aux mêmes lois que les lances conventionnelles : **le débit indiqué sur le repère indexé correspond à un débit pour une pression donnée. Le débit réel varie en fonction de la pression à l'orifice.**

8.2. L'UTILISATION OPERATIONNELLE

8.2.1. L'intérêt technique des lances à Diffuseur Mixte Réglable

Pourquoi de telles lances ont-elles été créées ? La réponse est tactique : pour répondre à des besoins opérationnels variables dans le temps.

Le débit fixe ne correspond pas à un besoin opérationnel, même si la profession s'en est contentée pendant de longues années pour de nombreuses raisons.

Chacun le sait ou le ressent, les besoins en eau sur un incendie varient au cours des différentes phases de l'extinction.

Lors de l'incendie d'un bâtiment, les besoins sont plus importants au début de l'attaque que vers la fin. Si nous commençons l'extinction avec une L.D.T., nous obtenons 80 à 140 l/mn

au maximum (en fonction du type de lance), ce qui est largement insuffisant. Ces débits ne permettent pas de protéger convenablement le porte - lance (cf. §4.5.3).

Au contraire, si le chef d'agrès ordonne l'établissement d'une petite lance de 45 mm, au début, le porte lance bénéficie d'un débit de 250 l/mn ce qui est adapté à l'extinction et à la protection du binôme d'attaque, alors que pour la phase de noyage ce débit est très supérieur aux besoins réels et peut engendrer des dégâts non négligeables par les eaux de ruissellement.

L'intérêt est de bénéficier sur sinistre d'une lance qui possède :

- ☉ un **débit important** pour la **phase d'attaque**,
- ☉ un **débit faible** pour les **phases de noyage**.

Les lances à **Diffuseur Mixte Réglable** répondent parfaitement à ces besoins.

8.2.2. Le jet diffusé d'attaque

Le **Jet Diffusé d'Attaque** (J.D.A.) est le jet à employer pour lutter contre les incendies. Il correspond au meilleur compromis entre portée utile et qualité du diffusé. Il est généralement appelé **Jet d'Attaque**.

La portée est nécessaire pour protéger le porte lance des projections enflammées et du rayonnement : plus la portée est importante, plus le porte lance est éloigné du foyer et se trouve donc en sécurité.

Mais, pour obtenir le maximum de surface d'échange entre l'eau d'extinction et la chaleur dégagée par l'incendie, il faut avoir une bonne pulvérisation.

Le diamètre moyen des gouttes doit être de l'ordre de 0,3 mm.

Le problème vient du fait que ces deux nécessités sont antinomiques : si le jet est diffusé, la portée est faible et si la portée est importante, le jet est cylindrique et la surface d'échange faible.

Le meilleur rapport entre la portée et la qualité du jet diffusé est le **Jet Diffusé d'Attaque.**

Il correspond, en fonction des modèles de lances, à des cônes d'ouvertures de jets de 10 à 25 ° d'angle.

8.2.3. Le jet diffusé de protection

C'est le jet qu'il convient d'utiliser pour se protéger car il réalise le cône le plus large devant le porte lance.

L'angle d'ouverture du Jet Diffusé de Protection doit permettre la protection simultanée des pieds et de la tête du porteur, soit une hauteur de 1,60 à 2 m environ.

Ce jet diffusé de protection (J.D.P.) ne présente qu'une faible portée, mais offre une zone de protection maximale.

8.2.4. L'attaque massive

La technique de l'attaque massive découle des risques présentés dans les chapitres précédents. En effet, un incendie intéresse toujours des matériaux combustibles. Ces matériaux vont, en brûlant, dégager une grande quantité de calories.

Sachant que l'eau a un pouvoir certain pour absorber les calories (la vaporisation de 1g d'eau absorbe 537 calories), une lance 500 l/mn absorbe donc 4 mégawatts (1 Watt = 1Joule/seconde) (cf. § 4.1.3). Une **attaque massive** consiste à projeter la quantité d'eau nécessaire à l'absorption du maximum de calories libérées par le foyer et ce dans un minimum de temps.

Au fur et à mesure que les calories sont absorbées par l'eau d'extinction, l'incendie diminue d'intensité jusqu'à cesser. Le porte lance réduit proportionnellement le débit de la lance.

8.2.5. Les options tactiques sur opérations

Après observations attentives de l'environnement et du sinistre, conformément au chapitre traitant de la lecture du feu, lorsqu'un engin d'incendie équipé de lances munies de Diffuseurs Mixtes Réglables se présente sur les lieux d'un incendie,

La procédure opérationnelle à suivre par le 1^{er} chef d'agrès doit être :

- ☉ **aucune fumée visible : engager un binôme de reconnaissance, de faire se préparer un binôme d'attaque avec L.D.T. au minimum,**
- ☉ **fumées extériorisées par les ouvrants du local : de faire établir une D.M.R. sur un établissement de 45 mm,**
- ☉ **sinistre important non totalement visible : de faire établir une D.M.R. sur un établissement de 45 mm,**
- ☉ **sinistre important totalement visible : de faire établir une première D.M.R. sur un établissement de 45 mm.**

La L.D.T., couramment utilisée sur de nombreux types d'intervention, ne permet, en raison de son faible débit et de sa portée réduite, qu'une très faible protection du binôme.

**Elle ne devrait donc être réservée qu'aux sinistres « mineurs »
en espace libre.**

PEDAGOGIE PAR OBJECTIF

LA VENTILATION TACTIQUE

Chapitre 9

A la fin de la lecture de ce chapitre, vous devrez être capable de :

SAVOIR

- **Connaître** tous les principes généraux de fonctionnement des modes de ventilation et leurs utilisations opérationnelles.

Afin de :

SAVOIR FAIRE

- **Choisir et mettre en œuvre** ces outils de traitement des incendies.

Pour :

SAVOIR ETRE

- Que les intervenants soient **autonomes** et **efficaces** lors de l'emploi de ces modes de ventilation permettant une attaque particulière des feux bâtimentaires.

9. LA VENTILATION TACTIQUE

Ce chapitre est une introduction au domaine de l'emploi de la ventilation opérationnelle lors des feux en volumes clos ou semi-ouverts.

Définition :

La ventilation consiste en :

- ◆ la production d'un mouvement d'air permettant ou facilitant un phénomène physique (poussée par surpression ou dépression) et chimique (modification des concentrations), lors d'une opération,
- ◆ la suppression et le remplacement de l'air chaud, des fumées, des suies et des gaz de combustion d'un volume sinistré par de l'air frais.

La ventilation lors des opérations de lutte contre l'incendie est une **réalité très ancienne**. Toutefois, sa perception par les sapeurs-pompiers s'accommode d'une **évolution** au fil des années.

Dans le passé, surtout utilisée lors de la **phase de déblai**, elle consistait à évacuer les fumées résiduelles contenues dans le volume sinistré. Cette action s'apparentait au « **désenfumage** ».

La ventilation peut entrer dans une **phase active de la lutte contre l'incendie**, pour faciliter **les reconnaissances** et participer à **l'attaque**.

La ventilation permet aux sapeurs-pompiers de travailler dans des conditions optimisées, les **explorations** et **progressions** se faisant dans une atmosphère présentant une **meilleure qualité** : visibilité, toxicité, ...

Les fumées présentent 5 dangers :

- ⊖ **COMBUSTIBILITE** : elles peuvent brûler ou exploser,
- ⊖ **CHALEUR** : elles peuvent enflammer des matériaux, brûler les victimes ou les sauveteurs,
- ⊖ **MOBILITE** : elles peuvent propager l'incendie,
- ⊖ **TOXICITE** : elles peuvent asphyxier les victimes ou les sauveteurs,
- ⊖ **OPACITE** : elles peuvent égarer les victimes ou les sauveteurs.

9.1. LES 3 REGLES DE BASE

9.1.1. La reconnaissance des tenants et des aboutissants

Avant de mettre en œuvre toute méthode de ventilation,

Il est indispensable de procéder à une **reconnaissance préalable** des volumes **directement** et **indirectement concernés**.

9.1.2. Les deux ouvertures minimum à disposition

Les principes du positionnement **en opposition** et de la **différence de hauteur** des ouvertures du local à ventiler sont élémentaires mais très importants.

L'une des ouvertures (celle en partie basse) sert de **point d'entrée** de l'air frais et la seconde (en partie haute), **d'exutoire de sortie** des fumées et gaz de combustion.

La création des ouvertures entre dans les actions opérationnelles. **La priorité doit être donnée à la réalisation de l'exutoire avant l'ouverture de la prise d'amenée d'air**, cette chronologie de réalisation étant impérative.

Ces **deux ouvertures doivent obligatoirement exister** quel que soit le principe de ventilation retenu, mise en **dépression** ou mise en **surpression**.

Afin d'obtenir une ventilation efficace, il est indispensable de disposer au minimum de **2 ouvertures de préférence situées dans le local à ventiler** :

- ➡ **en opposition,**
- ➡ **à des hauteurs géométriques différentes.**

9.1.3. La gestion du vent dominant

La **présence ou l'absence de vent** est un élément important qu'il est **indispensable** de prendre en compte.

La puissance et la direction du vent sont des facteurs essentiels pour la mise en place d'une stratégie de ventilation tactique. Dans la plupart des cas, ces paramètres déterminent la direction et le sens de déplacement des fumées au sein du bâtiment.

Si un vent dominant existe sur la zone d'intervention, il peut être inutile de mettre en œuvre des moyens mécaniques de ventilation :

- l'utilisation opportune du vent dominant suffit à obtenir le courant d'air efficace escompté par le renforcement de la Ventilation Naturelle Thermique,
- le vent dominant peut contrarier ou annuler les effets des moyens mécaniques.

La **ventilation** doit **toujours** se faire dans le **sens du vent dominant** afin de mettre à profit ses effets.

9.2. LES DIFFERENTS PRINCIPES DE VENTILATION

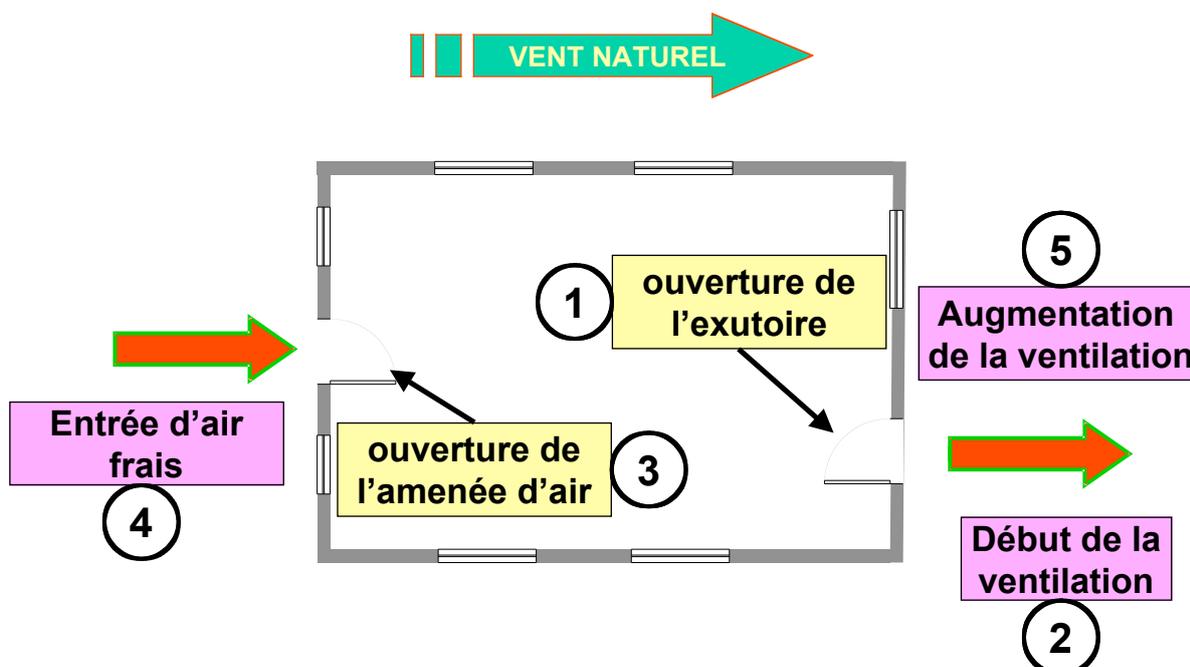
Ces méthodes diffèrent par la technique initiant le **mouvement de l'air** : la Ventilation Naturelle ou la Ventilation Forcée.

9.2.1. La Ventilation Naturelle

C'est le **principe de désenfumage naturel** le plus élémentaire connu, mis en application notamment en France pour de nombreux E.R.P., bâtiments d'habitation et locaux industriels ou commerciaux.

Il se base sur le mouvement des masses d'air initié par les **différences de gradient de température et de densité** entre **l'air frais extérieur** et les **gaz et distillats de combustion**, contenus dans le volume sinistré, ou encore entre les points d'entrée et de sortie de la masse d'air (façades opposées, différences de hauteur, ...).

Pour l'obtenir le mouvement des masses d'air, il est nécessaire de procéder à l'ouverture de deux ouvrants en façade afin de créer un « courant d'air ».



Exemple de Ventilation Naturelle (vue de dessus).

Avantages de la **Ventilation Naturelle** :

- Simple et rapide à mettre en œuvre,
- Ne nécessite aucun matériel spécifique,
- Très efficace en cas de vent fort.

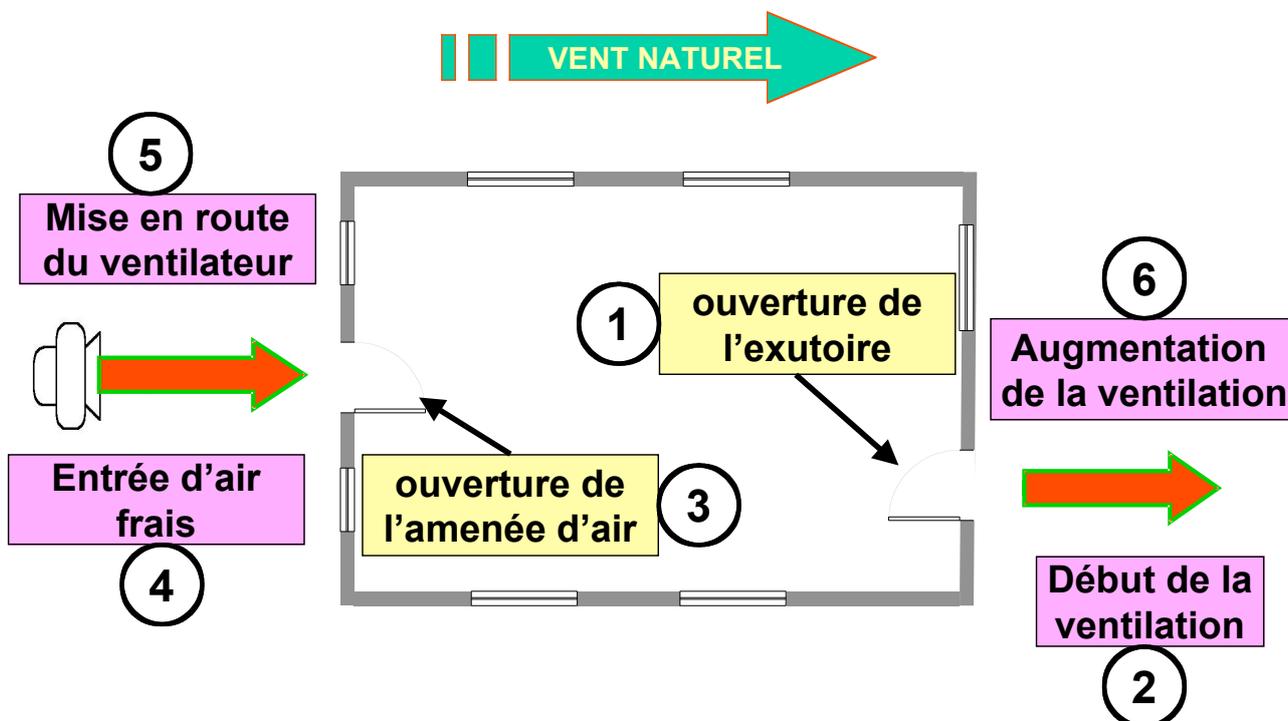
Inconvénients de la **Ventilation Naturelle** :

- Mise en œuvre dès l'ouverture d'une porte, même sans que les sapeurs-pompiers ne s'en aperçoivent,
- Dans la grande majorité des cas, n'est pas très puissante,
- Très difficilement modulable,
- Inapplicable si le vent dominant n'est pas favorable.

9.2.2. La Ventilation Forcée

La **Ventilation Forcée** consiste en l'utilisation d'un **moyen mécanique de ventilation**. Il s'agit d'augmenter l'efficacité de la **Ventilation Naturelle**. Les principes sont parfaitement identiques.

On peut donc dire que tous les effets de la **Ventilation Naturelle**, qu'ils soient bons ou mauvais, sont augmentés.



Exemple de Ventilation Forcée (vue de dessus).

Avantages de la Ventilation Forcée :

- ➔ Puissante,
- ➔ Peut-être mise en œuvre à la demande, en fonction des besoins opérationnels,
- ➔ Peut-être modulée en fonction des nécessités de l'intervention,
- ➔ Peut contrer un vent faible.

Inconvénients de la Ventilation Forcée :

- ➔ Dangereuse si elle est mal mise en œuvre,
- ➔ Nécessite des moyens techniques onéreux,
- ➔ Nécessite des personnels formés (équipiers, chefs d'agrès, chefs de groupe, ...),
- ➔ Peut générer des risques pour les victimes ainsi que pour les personnels engagés.

9.3. LES DIFFERENTES METHODES DE VENTILATION

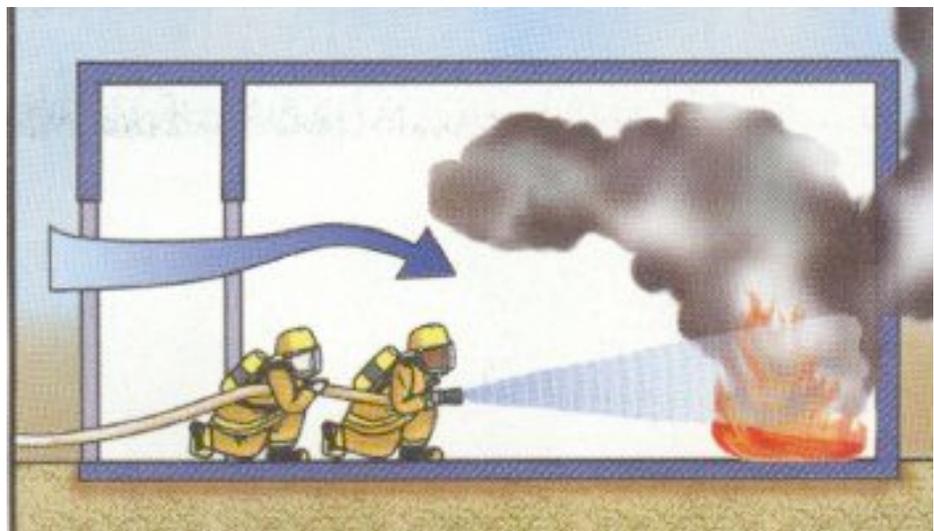
Les différentes méthodes sont fonction de l'**itinéraire du flux d'air** entre la prise d'air d'entrée et l'exutoire de sortie.

Il existe deux méthodes différentes : la **Ventilation Horizontale** et la **Ventilation Verticale**.

9.3.1. La Ventilation Horizontale

C'est la solution la moins complexe. Elle consiste à avoir le **point de soufflage** et le **point d'extraction au même niveau que le foyer**.

Exemple de Ventilation Horizontale (vue de dessus).



Cette technique est la plus aisée à mettre en œuvre, car elle demande « relativement moins » de précautions opérationnelles.

L'éventuelle propagation du feu se produit dans le même volume.

Avantages de la Ventilation Horizontale :

- ➡ aisée à mettre en œuvre,
- ➡ présente un risque réduit de propagation du foyer et d'enfumage des locaux sains,
- ➡ demande un temps minimum de reconnaissance avant la mise en œuvre,
- ➡ très efficace elle stabilise l'accumulation de gaz chauds en partie haute, donc limite les risques de propagation par effet d'embrassement généralisé éclair (flash - over)

Inconvénients de la Ventilation Horizontale :

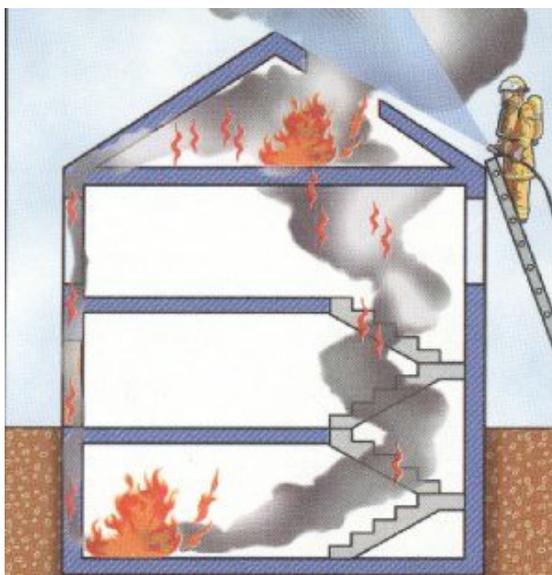
- ➡ si le foyer se situe en étage ou en sous-sol, nécessité de placer le ventilateur au niveau concerné,
- ➡ ne peut être utilisée sur les configurations bâtementaires complexes faisant craindre des risques de propagation par dissémination de la chaleur, des fumées et des gaz de combustion.

9.3.2. La Ventilation Verticale

C'est la solution la plus complexe à utiliser.

Elle consiste à avoir le point de **soufflage en partie basse** du bâtiment et **le ou les points d'extraction en partie haute**.

Exemple de Ventilation Verticale (vue de dessus).



Cette technique nécessite une **reconnaissance des lieux importante et minutieuse**.

Une mise en surpression d'un bâtiment sans une bonne connaissance du site et une réelle préparation des locaux à ventiler peut être désastreuse.

Une **propagation du foyer** dans des zones non atteintes par le sinistre d'origine est à craindre.

Dans la mesure du possible, il est donc préférable de privilégier la ventilation horizontale.

Cette méthode est toutefois facilement utilisable et conseillée, lors des interventions se situant dans des bâtiments de construction récente, munis de systèmes d'évacuation de la chaleur et des fumées en bon état de fonctionnement.

Avantages de la Ventilation Verticale :

- ➔ solution simple en ce qui concerne le positionnement du matériel de soufflage,
- ➔ très efficace, elle évite l'accumulation de gaz chauds en partie haute, donc limite les risques de propagation par effet d'**Embrasement Généralisé Eclair** (flash - over),

Inconvénients de la Ventilation Verticale :

- ➔ risques importants de propagation en dehors de l'itinéraire normal de l'incendie par transport de matériaux enflammés, fumées et /ou gaz de combustion entre le foyer et l'exutoire,
- ➔ nécessité de créer en partie haute un ou plusieurs exutoires situé(s) à la verticale du foyer,
- ➔ demande un temps conséquent de reconnaissance avant la mise en œuvre,
- ➔ délai de mise en place des éventuels ventilateurs « relais »,
- ➔ nécessite des équipes formées et entraînées, maîtrisant les aléas et connaissant les risques de cette technique opérationnelle,
- ➔ inutilisable sur les configurations bâtementaires complexes.

9.4. LES DIFFERENTES TECHNIQUES DE VENTILATION

Les techniques de ventilation diffèrent par la **pression interne**.

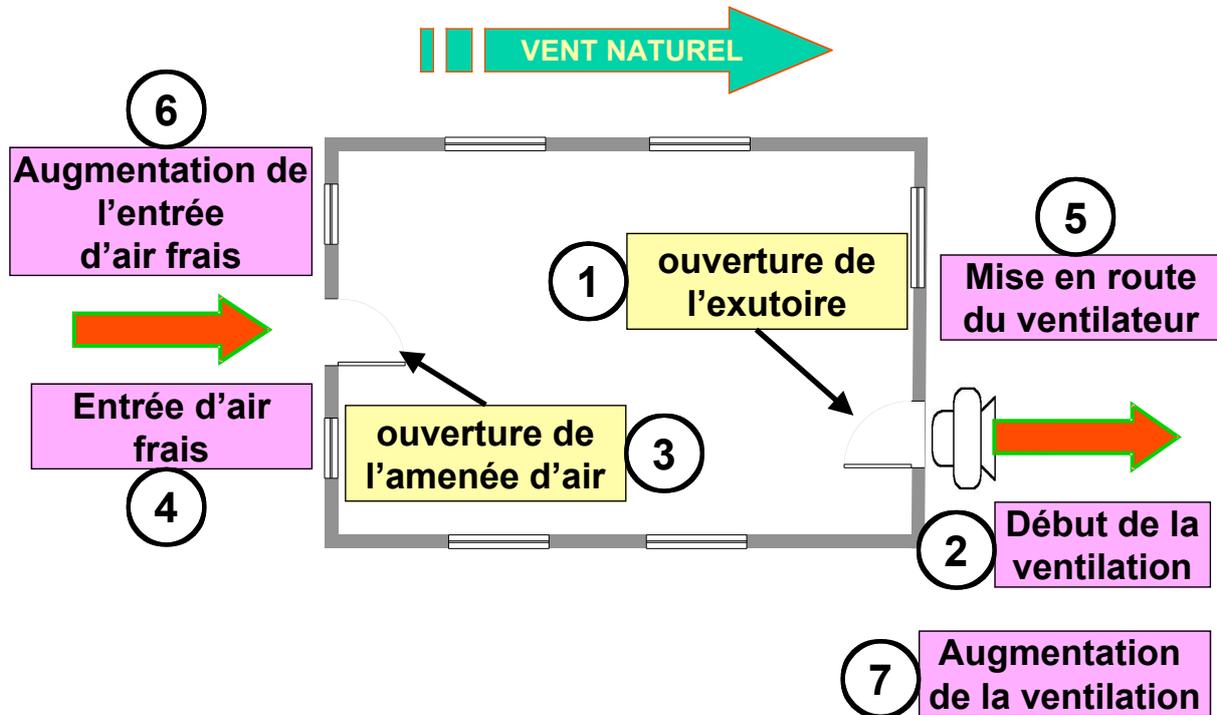
Il existe la **Ventilation par Dépression**, dans laquelle nous allons **aspirer l'air contenu dans le volume**, l'air frais entrant par **dépression** depuis la prise d'entrée d'air.

La deuxième technique consiste en la **Ventilation par Pression Positive**, pour laquelle nous allons **envoyer une grande quantité d'air dans le volume**. La **pression interne**

augmente et les gaz contenus à l'intérieur de la pièce sortent par surpression au niveau de l'exutoire de sortie.

9.4.1. La Ventilation par Dépression

Ce principe de ventilation forcée consiste à placer le volume sinistré en dépression en aspirant les gaz à l'intérieur du volume et en les rejetant à l'extérieur.



Exemple de Ventilation par Dépression

Avantages de la **Ventilation par Dépression** :

- ➔ guidage des fumées aisé,
- ➔ aucun risque de propagation par dispersion de la chaleur, des fumées et des gaz de combustion,
- ➔ « lavage » des fumées par la mise en place d'une lance D.M.R. en sortie d'extraction.

Inconvénients de la **Ventilation par Dépression** :

- ➔ emploi de matériels spécifiques,
- ➔ débit d'air très limité par les pertes de charge en ligne,
- ➔ salissures et encrassement de l'équipement,
- ➔ résistance thermique de l'équipement,
- ➔ respect du principe A.D.F. des matériels,

9.4.2. La Ventilation par Pression Positive

Elle consiste à **envoyer de l'air frais à l'intérieur d'un volume.**

Cet air peut être « **soufflé** » directement dans le local ou depuis la porte d'entrée du bâtiment. La surpression se propage ensuite à travers tout le bâtiment jusqu'au volume concerné par l'incendie.

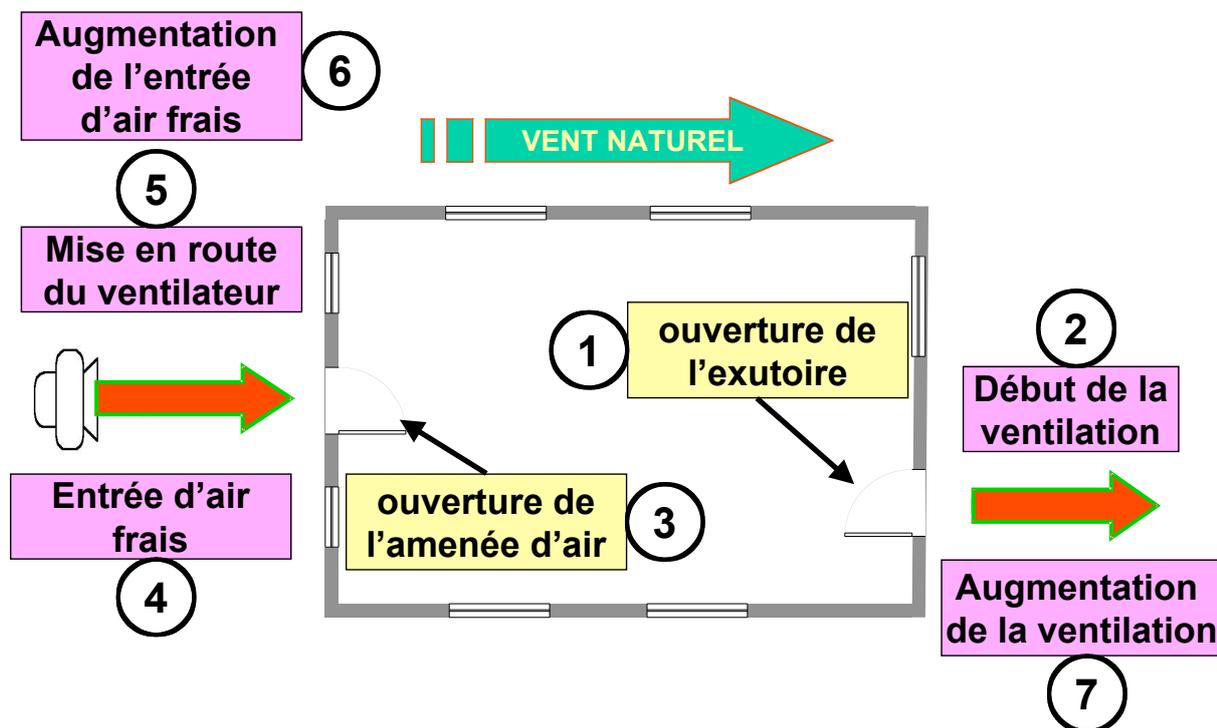
Le local sinistré étant mis en **surpression**, la dénomination de **Ventilation Par Pression Positive (V.P.P.)** est fréquemment employée.

Le **rapport théorique** entre la surface de **l'ouverture de soufflage** et la surface de **l'exutoire de sortie** doit être compris entre **0,75 et 1,5**.

Si l'exutoire de sortie présente une section inférieure à 0,75 fois la section d'entrée, le débit n'est pas optimal. A contrario, si la section de l'exutoire de sortie est supérieure à 1,5 fois la section d'entrée, la surpression interne recherchée n'est pas suffisante pour produire une ventilation.

Exemple : pour une ouverture de soufflage de 2 m² (porte classique), l'exutoire de sortie doit avoir une surface comprise entre 1,5 m² et 3 m² (soit 1 ou 2 fenêtres).

A RETENIR : L'IDEAL EST QUE LA SURFACE D'ENTREE ≈ SURFACE DE SORTIE.



Exemple de Ventilation par Pression Positive

Avantages de la Ventilation par Pression Positive :

- ➔ simple à mettre en œuvre (le ventilateur est mis à l'extérieur du volume et facile à positionner),
- ➔ le rendement est supérieur à la ventilation par dépression pour un même ventilateur,
- ➔ les effets sont rapidement visibles,
- ➔ la sécurité et le « confort » des personnels sont accrus (ils travaillent dans une « veine d'air » frais).

Inconvénients de la Ventilation par Pression Positive :

- ➔ mise en œuvre par des personnels formés et habitués à la pratique,
- ➔ méthodologie rigoureuse à suivre impérativement,
- ➔ réactivation et propagation possible du foyer,
- ➔ difficultés pour guider la chaleur, les fumées et les gaz de combustion,
- ➔ nécessité de positionner des ventilateurs en relais le long du parcours de la « veine d'air » frais sur des distances importantes.

Avant que le processus de ventilation forcée par surpression ne soit en action, **l'ouvrant d'évacuation doit être protégé** par un binôme sous A.R.I. Les personnels doivent impérativement porter leurs Equipements de Protection Individuelle complets et ajustés. Ils doivent de plus être dotés d'une **lance D.M.R. alimentée**.

Cette lance doit être utilisée pour refroidir les fumées et les gaz de combustion lors de leur sortie, mais **en aucun cas, le jet d'eau en diffusé ne doit pénétrer par l'orifice de ventilation**. Cette action perturberait le régime aéraulique et risquerait, par l'entrée d'air frais, de créer un **risque important pour les sapeurs-pompiers** engagés sur le site, à savoir le refoulement des fumées et des gaz chauds dans leur direction et l'entrée d'air frais dans le volume.

9.5. LES DIFFERENTES TACTIQUES DE VENTILATION

Les tactiques de ventilation se différencient par la finalité opérationnelle souhaitée. En effet, les deux tactiques présentent des avantages et des inconvénients complémentaires. Il est donc souhaitable de choisir l'une ou l'autre en fonction des buts recherchés.

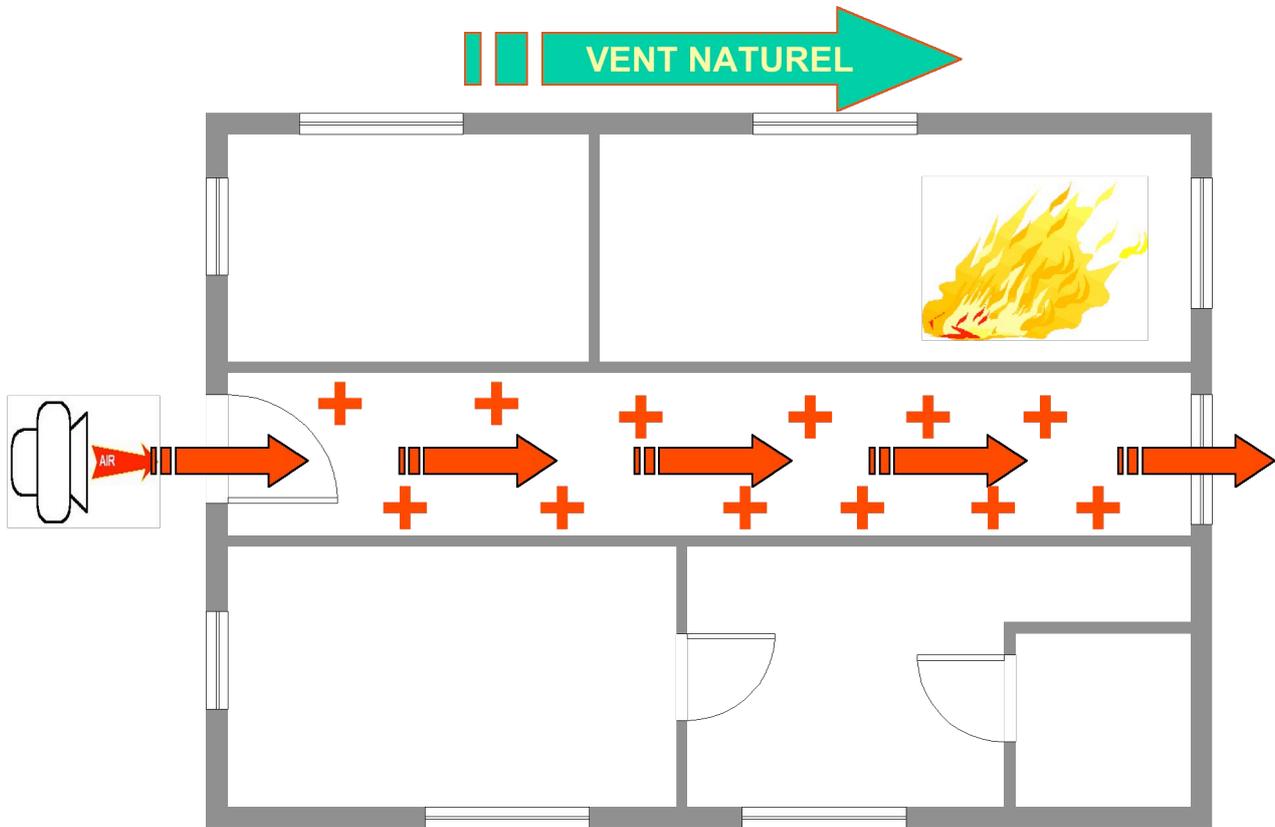
La **Ventilation Défensive** permet de protéger des lieux et des locaux de la propagation par les fumées et les gaz chauds.

La **Ventilation Offensive** permet de modifier le développement de l'incendie, car le flux d'air entre directement en contact avec le foyer.

9.5.1. La Ventilation Défensive

Dans cette tactique, nous ne ventilerons que les locaux non atteints par l'incendie.

Cette tactique est adaptée à la protection préventive des locaux non encore touchés par les fumées et gaz chauds.



Exemple de Ventilation Défensive (Vue de dessus)

La tactique défensive consiste en une mise en œuvre de la ventilation :

- ➔ loin du feu,
- ➔ différée dans le temps, après que le feu soit éteint.

Les différentes raisons opérationnelles la justifiant peuvent être :

- d'éviter qu'une partie de la chaleur, des fumées et des gaz de combustion dégagés par le sinistre ne vienne à se répandre dans des volumes jusqu'à présent épargnés par la propagation,
- de désenfumer les locaux vers la fin de l'intervention lorsque nous sommes en présence de configurations bâtementaires complexes induisant des reconnaissances longues dont le caractère exhaustif ne peut être acquis.

Avantages de la Ventilation Défensive :

- ➔ permet une protection des zones non encore touchées par les fumées et gaz chauds,
- ➔ ne risque pas de provoquer une extension du sinistre.

Inconvénients de la Ventilation Défensive :

- ➔ ne procure aucune efficacité sur le développement de l'incendie.

9.5.2. La Ventilation Offensive

Dans ce cas, la ventilation est utilisée comme **méthode de lutte à part entière**. Elle consiste en une ventilation directe du volume dans lequel se développe l'incendie.

Elle a donc un effet direct sur l'importance du feu. Il est impératif que le volume d'air soufflé soit très important par rapport à l'incendie.

N.B. : en cas de problèmes d'effectif en binômes on peut utiliser le binôme du M.E.A. en mode dégradé.

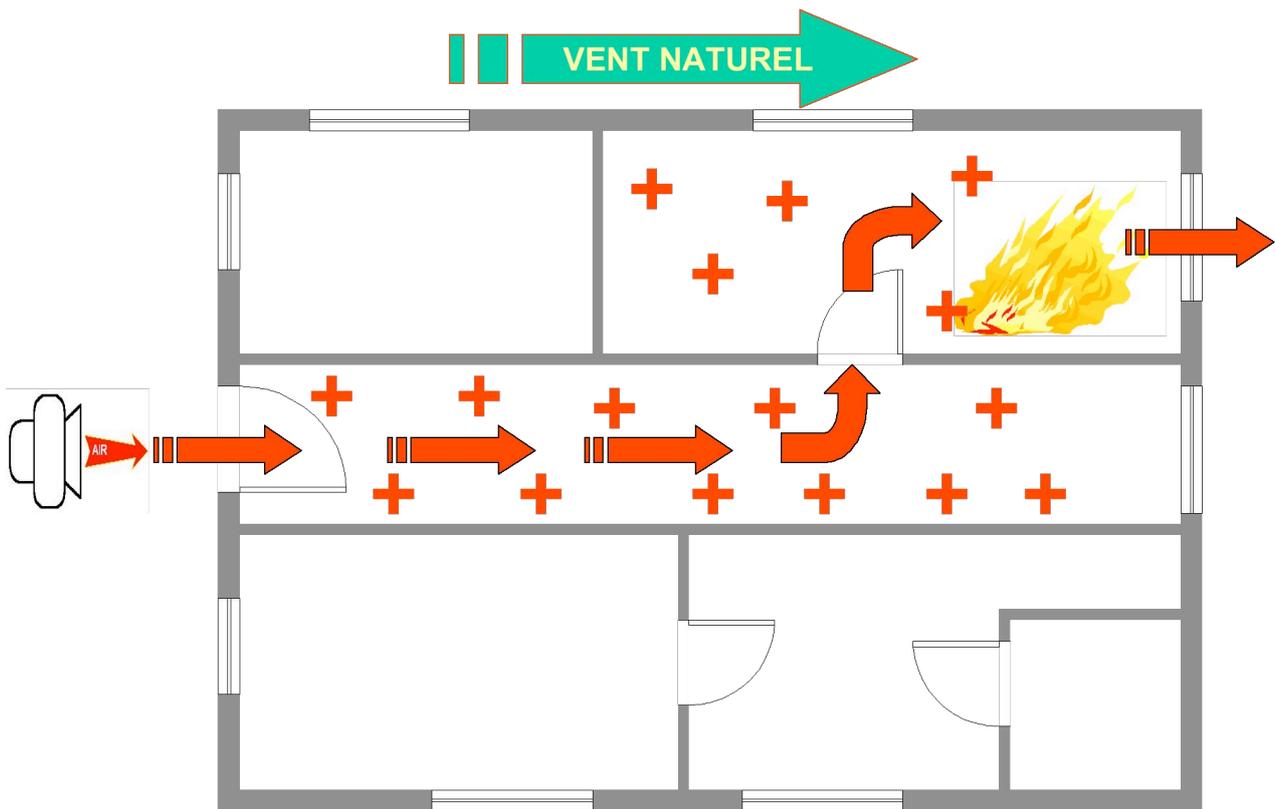
Elle permet :

- d'agir directement sur le processus de combustion,
- de limiter l'extension du sinistre,
- de procurer aux intervenants de meilleures conditions d'intervention et d'éviter de leur faire subir une partie de la chaleur, des fumées et des gaz de combustion dégagés par le sinistre,
- de faciliter les sauvetages ou mises en sécurité.

La tactique offensive consiste en une mise en œuvre de la ventilation :

- ➔ près du feu dès l'arrivée sur les lieux des équipes d'attaque,
- ➔ en parallèle aux sauvetages et aux établissements.

Peu après l'arrivée des secours, après une **reconnaissance préalable**, si de la fumée s'échappe par un ouvrant en façade, la tactique de ventilation offensive peut être rapidement mise en œuvre sous la forme d'une **ventilation horizontale** par mise en **surpression** du local.



Exemple de Ventilation Offensive (vue de dessus)

Avantages de la Ventilation Offensive :

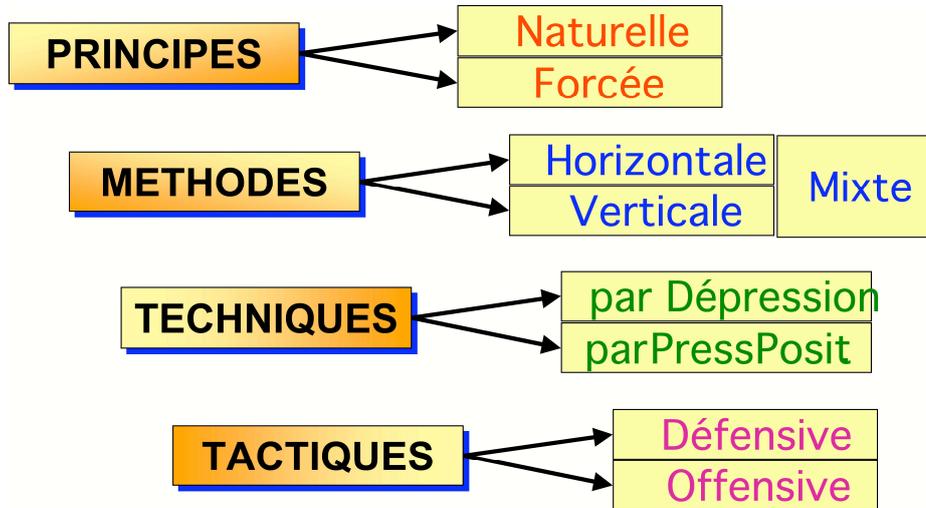
- ➔ c'est une méthode de lutte à part entière,
- ➔ elle donne aux binômes d'attaque des conditions de travail de bonnes qualités : chaleur, visibilité, ...
- ➔ elle est rapide à mettre en œuvre,
- ➔ elle est très efficace, car puissante et directement sur les flammes (principe du soufflage d'une bougie).

Inconvénients de la Ventilation Offensive :

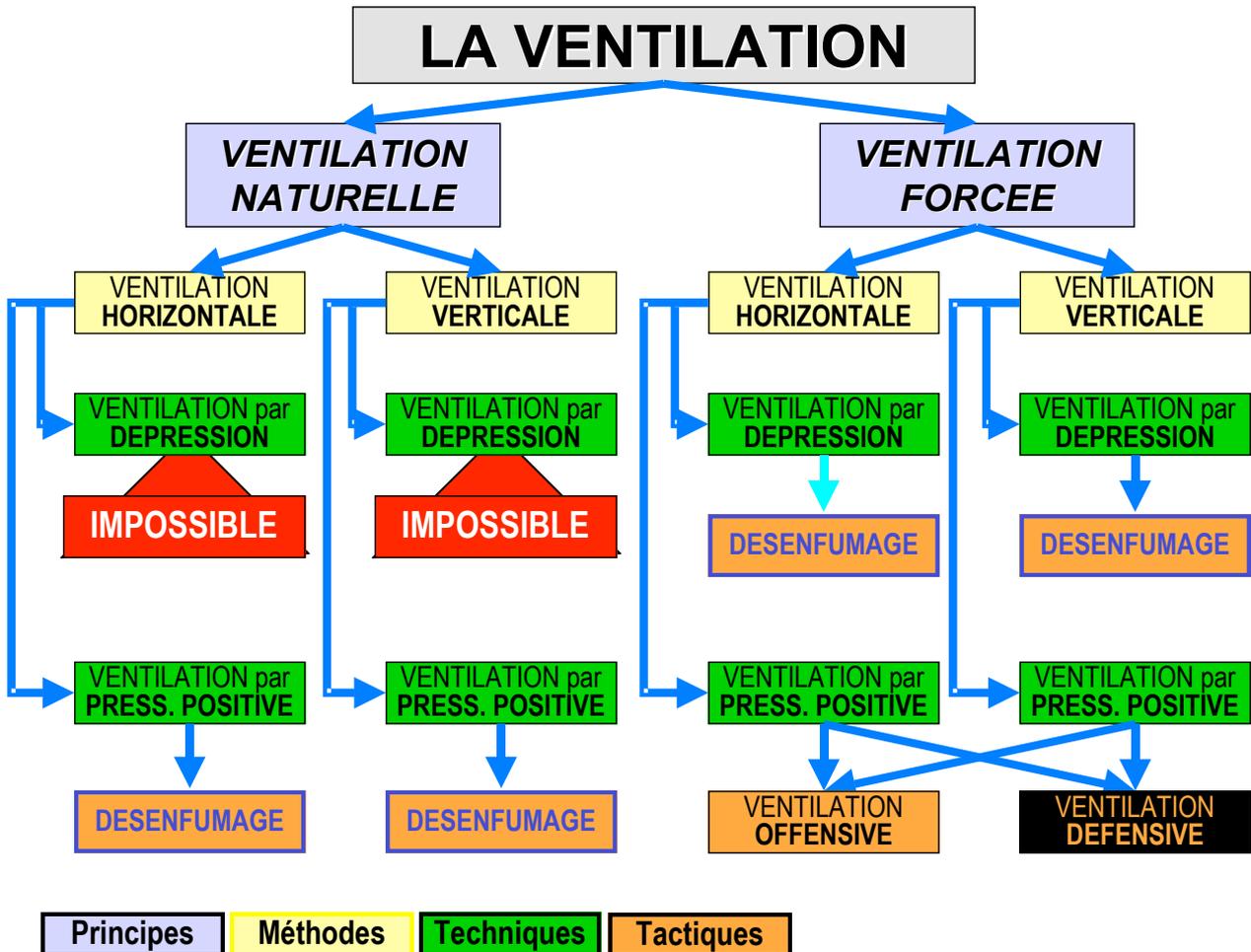
- ➔ elle nécessite une reconnaissance importante et détaillée,
- ➔ elle impose des liaisons permanentes entre les différents intervenants,
- ➔ elle nécessite du personnel disponibles et formés,
- ➔ elle risque de propager l'incendie entre sa position d'origine et l'exutoire de sortie,
- ➔ si le débit d'air de ventilation est limité, il va augmenter la puissance thermique de l'incendie (principe du soufflet dans les âtres).

9.6. RECAPITULATIF DE LA VENTILATION TACTIQUE

Les différents composants de la ventilation peuvent se résumer comme suit :



Nous pouvons également en tirer le synoptique ci-dessous :



9.7. LA VENTILATION TACTIQUE ET LE COMMANDEMENT DES OPERATIONS DE SECOURS : AVERTISSEMENTS

La ventilation tactique ne peut être qu'un élément de la stratégie globale d'extinction. Elle doit être **coordonnée** avec les autres activités de la lutte afin de s'assurer qu'elle n'entre pas en conflit avec elles.

La décision d'employer l'une des techniques de ventilation tactique forcée a des implications directes aussi bien sur la **sécurité des intervenants et des impliqués** qu'en ce qui concerne les **ressources en moyens humains ou matériels** dont dispose le C.O.S..

La **transmission des décisions tactiques** prises par le C.O.S. ainsi que la mise en place de **communications tactiques efficaces** sont essentielles pour une mise en œuvre sûre de la technique.

Si le C.O.S. décide de la mise en œuvre d'une technique de ventilation, les équipes situées à l'intérieur du volume doivent en **être informées en premier lieu**.

Le C.O.S. peut décider **de faire évacuer tout ou partie du bâtiment** pendant la mise en œuvre de la ventilation forcée, jusqu'à ce que la **situation se soit stabilisée**.

Une attention toute particulière est portée à la **sécurité des sapeurs-pompiers** devant rester dans les **étages supérieurs** lors de la mise en œuvre de la technique de **surpression**.

Ils doivent pouvoir **informer sans délais le C.O.S.** dès qu'ils sont prêts et rendre compte fréquemment sur **leur situation**, sur **l'évolution de leur environnement** et sur **l'efficacité de la méthode**.

Chaque binôme de sapeurs-pompiers engagé dans le bâtiment doit par ailleurs, impérativement disposer d'une **lance alimentée sous un débit maximal de 500 l/mn**.

Le maître mot dans ces techniques d'attaque doit être **une parfaite coordination** entre tous les intervenants participant aux différentes méthodes de ventilation.

PEDAGOGIE PAR OBJECTIF

LES AVERTISSEMENTS ET MISES EN GARDE

Chapitre 10

A la fin de la lecture de ce chapitre, vous devrez être capable de :

SAVOIR

- **Retenir** que ces différents phénomènes se rencontrent dans des environnements à chaque fois différents et que l'opération est un tout.

Afin de :

SAVOIR FAIRE

- **Contrôler** que l'ensemble des stagiaires a bien pris la mesure que tout n'est pas blanc ou noir sur intervention.

Pour :

SAVOIR ETRE

- Les **convaincre** d'être toujours en éveil sur ce type d'opération à hauts risques.

10. LES AVERTISSEMENTS ET MISES EN GARDE

10.1. LA « TYPOLOGIE FLOUE »

La réalité sur intervention n'est malheureusement jamais composée de cas expérimentaux bien nets, tels qu'ils peuvent être observés et décrits expérimentalement en laboratoire ou même reproduits artificiellement en simulateur à l'échelle 1.

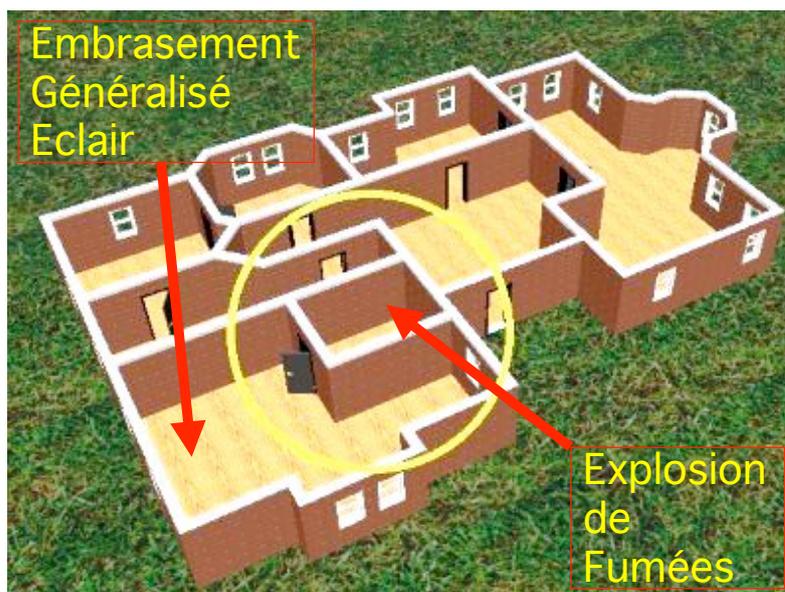
Les personnels d'encadrement et les intervenants doivent garder en permanence à l'esprit qu'une **vigilance individuelle et collective** associée à la **pertinence d'une analyse réfléchie** sont, face aux phénomènes dangereux décrits dans le présent guide de référence, toujours préférables à des « recettes opérationnelles réductrices ».

10.2. LA CONJUGAISON DES PHENOMENES D'EMBRASEMENT GENERALISE ECLAIR (FLASH - OVER) ET D'EXPLOSION DE FUMEEES (BACKDRAFT)

10.2.1. Le cas des locaux voisins ou gigognes

Les intervenants doivent être alertés sur les **risques** que peuvent générer les sites présentant des **configurations bâtementaires complexes** notamment sur le cas de **locaux gigognes**.

Exemple de locaux gigognes.



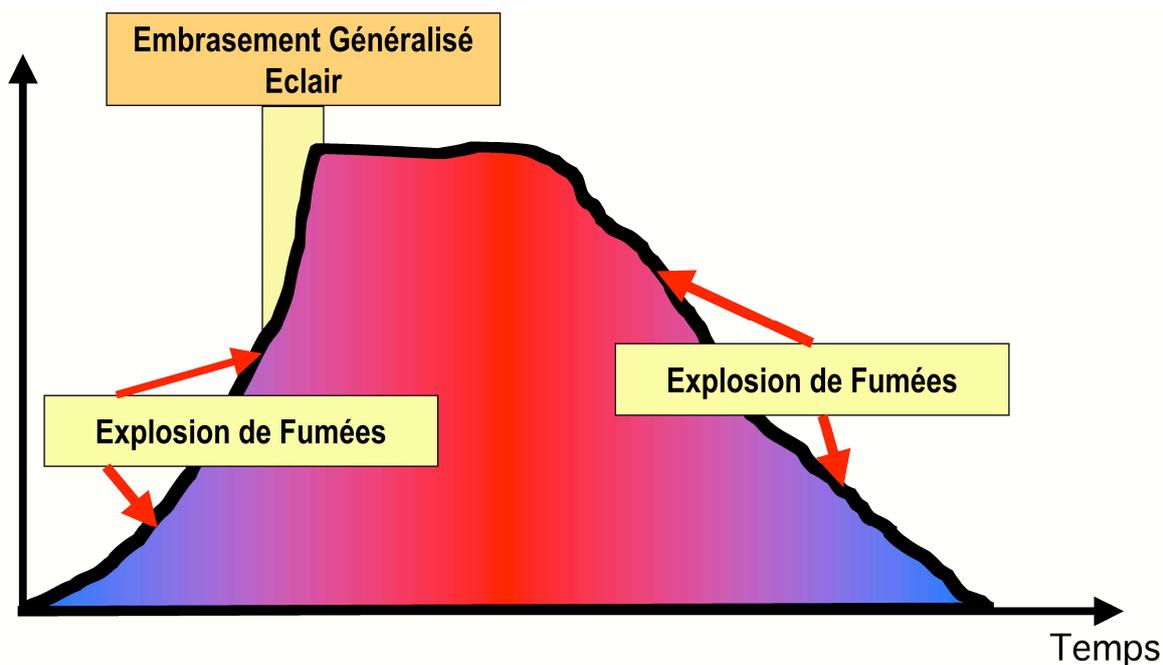
Des quantités importantes de fumées et de gaz de combustion peuvent s'être échappées du **volume initial** sinistré vers des **zones adjacentes** contenues dans la **même enveloppe bâimentaire**, notamment du fait de la présence de conduits de **V.M.C.** ou de climatisation ou encore l'emploi de **techniques de ventilation non maîtrisées**.

Des **locaux voisins** du volume initial peuvent alors temporairement contenir des **atmosphères explosives** qui n'attendent qu'une **source d'inflammation**.

Par des transferts de fumées ou de gaz de combustion depuis un local sinistré, il est toujours possible au sein d'un bâtiment, que des zones proches soient concernées par un risque d'**Explosion de Fumées** (backdraft), sans que ce phénomène ne se soit produit dans le volume initial.

« **L'un n'exclut pas l'autre** ».

10.2.2. Les graphiques de survenue des phénomènes



PEDAGOGIE PAR OBJECTIF

LA FORMATION DES INTERVENANTS

Chapitre 11

A la fin de la lecture de ce chapitre, vous devrez être capable de :

SAVOIR

- **Définir** le contenu pédagogique précis à communiquer à son auditoire qui peut à chaque session être différent.

Afin de :

SAVOIR FAIRE

- **D'utiliser** uniquement les notions et les matériels indispensables en fonction du niveau et des origines des apprenants.

Pour :

SAVOIR ETRE

- **S'adapter** le mieux possible en terme de délais, de technicité et de connaissances générales liés à ces risques.

11. LA FORMATION DES INTERVENANTS

11.1. LES PERSONNELS DEBUTANTS

Il n'est pas concevable de permettre à des personnels de se rendre en intervention sans avoir au préalable acquis une formation initiale d'application ou d'adaptation à l'emploi à tenir.

Dans le cas particulier des accidents thermiques où les risques physiques sont très élevés, les futurs intervenants de tous niveaux se doivent d'avoir parfaitement intégré ces phénomènes spécifiques.

Pour y parvenir, la profession, dans le cadre du Schéma National de Formation, inclut lors des F.I.A. ces notions d'Embrasement Généralisé Eclair (Flash - over) et d'Explosion de Fumées (Backdraft).

Pour les sapeurs-pompiers de 2ème classe, seules les notions indispensables de compréhension et de détection des phénomènes sont enseignées à l'aide de moyens mnémotechniques permettant des actes réflexes.

Pour les sapeurs-pompiers agents de maîtrise ou cadres, la formation est approfondie au travers de deux volets :

- celui des candidats admis sur concours externes pour lesquels le tout est détaillé afin de leur inculquer de bonnes bases,
- celui des candidats issus des filières internes pour lesquels il s'agit de rappeler les notions se rapportant au feu, complétées d'explications précises sur les phénomènes.

Pour les formateurs, une adaptation du contenu de la formation à dispenser est impérative au vu de l'hétérogénéité des publics sapeurs-pompiers volontaires, professionnels voire militaires ou industriels du secteur privé.

Une analyse fine des pré requis est par ailleurs nécessaire afin d'ajuster le niveau de la formation.

11.2. LES PERSONNELS EN SERVICE

L'approche de ces phénomènes n'étant pas enseignée en France dans les années 1970/1980, quelques sapeurs-pompiers se sont initiés au moyen de documents étrangers ou de mémoires de stages.

Quelle que soit l'occasion du stage (Formation d'Adaptation à l'Emploi ou Formation Continue), un stage et un recyclage adaptés doivent être proposés aux intervenants.

La connaissance de ces phénomènes et des moyens de les traiter lors des opérations nécessitent quelques compléments :

- l'emploi des lances D.M.F. et D.M.R. armant les engins d'incendie,
- la mise en œuvre de techniques d'attaques des incendies à l'aide de ventilateurs, selon des procédures établies,
- le port et l'entretien des Equipements de Protection Individuelle,
- une sensibilisation générale aux situations à risques thermiques.

En fonction de son auditoire, le formateur doit adapter le contenu de l'enseignement en termes :

- de connaissances générales des différents types de feu,
- de matériels et équipements en service,
- des procédures opérationnelles,
- du secteur d'intervention.

Tout en suivant les principaux objectifs pédagogiques, ces formations doivent être modulables et adaptées. Le but à atteindre reste l'objectif général décrit en supra.

11.3. LES MOYENS PEDAGOGIQUES

11.3.1. Le simulateur électro-acoustique de foyer d'incendie

Les contraintes liées à l'environnement proche des sites d'entraînement généralement situés en zone urbaine obligent les sapeurs-pompiers à être imaginatifs.

En partenariat avec des industriels du domaine de la formation, nous trouvons désormais sur le marché des simulateurs portables de foyer d'incendie.

Ces appareils, manœuvrables par des télécommandes hertziennes, permettent de mettre l'élève dans des conditions proches de la réalité. Nous trouvons :

- un générateur de fumées intégré au dispositif,
- un bloc optique et auditif recréant des lueurs et des bruits d'explosion,
- une voix de synthèse imitant des appels au secours,
- une commande particulière indiquant au formateur que l'apprenant a atteint l'objectif, c'est-à-dire le foyer de l'incendie représenté par cet équipement.

Le scénario peut être modifié à l'infini par le formateur, ces radiocommandes étant indépendantes et activées par l'opérateur selon les besoins pédagogiques.

11.3.2. Le circuit d'entraînement

Différents constructeurs proposent des circuits fixes ou mobiles (sur remorques ou dans des caissons), destinés à entraîner les personnels aux explorations sous A.R.I. Ces espaces d'entraînement sont modulables, enfumés, bruités et parfois équipés de sources de chaleur simulant le rayonnement.

L'apprenant, après un contrôle médical et une préparation théorique et pratique dans des conditions normales, s'engage sous A.R.I., dans une ambiance sans visibilité, afin d'effectuer un trajet d'exploration. Il doit parvenir à :

- maîtriser son comportement général et son stress,
- franchir dans un temps acceptable l'ensemble des obstacles destinés à recréer les conditions réelles d'intervention,
- réagir en conséquence,
- travailler en binôme.

11.3.3. La production de fumées froides

Des procédés liés aux effets spéciaux utilisés dans l'industrie du spectacle trouvent un intérêt pour la simulation des opérations.

Cela va de l'essence gélifiée que l'on peut déposer sur des objets pour recréer un départ de feu, jusqu'à des artifices simulant des explosions.

La production de fumées froides pour un coût modique d'investissement (achat des machines) et de fonctionnement (achat des produits consommables et entretien) constitue une première étape simple, fiable et répondant aux objectifs pédagogiques recherchés.

Condition sine qua non pour intervenir efficacement, cet apprentissage de base sans risque, se doit d'être complété d'un enseignement plus réaliste, permettant d'approcher les phénomènes thermiques se développant au cours des incendies.

11.3.4. La production de fumées chaudes

Afin de favoriser des **conditions d'entraînement en exercice des personnels** dans les meilleures conditions de sécurité possibles, la production de fumées chaudes non toxiques et non destructrices pour les biens ou l'environnement ayant un comportement thermique plus proche de la réalité que les fumées froides, représente une solution pédagogique intéressante dans le **processus d'acquisition des différents savoirs**.

11.3.4.1. La préparation « maison »

Pour cette préparation, il convient de réaliser un **mélange à sec** comprenant :

- 1/3 de nitrate de potassium qualité neige,

- 1/3 de lactose,
- 1/3 de fécule de pomme de terre.

Le processus de mise en œuvre est le suivant :

- optimiser le mélange à sec afin d'éliminer les grumeaux,
- répandre le mélange en une fine couche sur un support incombustible sec placé au milieu du volume à traiter,
- procéder à l'allumage au moyen d'un petit chalumeau de type « Bleuet ».

La combustion complète de la préparation permet d'obtenir **300 à 500 m³ de fumées chaudes pour 1 kg de mélange initial.**

Il est possible, en ajoutant au mélange du sucre semoule en poudre, par combustion du saccharose, de « **noircir** » les fumées.

11.3.4.2. La solution « industrielle »

Le fumigène « P2 », mis au point par un groupe industriel, est un **produit prêt à l'emploi** qui répond aux exigences liées à la **sécurité des personnes et de l'environnement.**

Le principal intérêt de ce produit est la **maîtrise de la toxicité des produits générés** par la combustion des fumigènes traditionnels militaires ou de maintien de l'ordre. Les analyses ont été confiées à **l'I.N.E.R.I.S.**, laboratoire agréé par le ministère de l'industrie.

Selon l'industriel, les fumées émises sont **blanche, propre, sans dépôt, non toxique** d'après le rapport n° 95084 de l'I.N.E.R.I.S. en date du 16/10/1995 et **sans effet sur les matériels** électriques, ordinateurs, vidéo, etc.

Posé sur un **support stable et incombustible**, le mode **d'allumage électrique** se fait à partir d'une **pile**, le volume de **fumées chaudes** produites étant de **300 ou 500 m³** en fonction du type de fumigène retenu.

11.3.5. Les autres outils et moyens pédagogiques

Avant d'arriver aux simulations en grandeur réelle, nous avons à notre disposition des outils d'un autre type.

Les outils à base de multimédia où le formateur détient à sa disposition des diapositives écrites animées où les textes apparaissent de façon synchronisée en phase avec la progression pédagogique.

Des images scannées à partir de photographies, de documents de constructeurs ou de revues de la profession, etc.

Des séquences vidéo tirées de manœuvres ou de reportages réels tournés sur le vif.

Le tout peut être monté :

- ◆ sur une bande vidéo VHS classique,
- ◆ sur un disque dur d'ordinateur,
- ◆ sur un CD ROM à usage unique ou réinscriptible,
- ◆ sur DVD, ...

Des logiciels spéciaux permettent par ailleurs de créer des images de synthèse reconstituant ainsi le déroulement d'un incendie. Puis, ce seront des simulateurs virtuels où l'apprenant pourra être placé en situation avec une évaluation en temps réel de ces faits et gestes...

Il sera donc aisé une fois les tests passés, avec succès, de réussir une opération.

11.4. LES MOYENS PEDAGOGIQUES GRANDEUR REELLE

11.4.1. Les 10 consignes impératives

1	<i>Revêtir les équipements de protection individuelle en état et complets pour toute intervention.</i>
2	<i>Contrôler chaque Equipement de Protection Individuelle de manière croisée avec son équipier.</i>
3	<i>Rester en binôme indissociable pendant toute la durée de l'engagement.</i>
4	<i>Faire une lecture attentive du feu.</i>
5	<i>Redouter les risques d'Embrasement Généralisé Eclair (Flash - over) et d'Explosion de Fumées (Backdraft) sur tout feu en volume clos ou semi-ouvert.</i>
6	<i>Prévoir l'itinéraire de secours et l'emprunter en cas d'urgence.</i>
7	<i>Utiliser la ligne guide pour toute exploration.</i>
8	<i>Respecter scrupuleusement les règles d'exploration lors des reconnaissances.</i>
9	<i>Communiquer avec son équipier, avec les autres binômes engagés et renseigner le C.O.S. ou le chef de secteur.</i>
10	<i>Faire précéder toute action opérationnelle d'une évaluation de son impact sur la sécurité.</i>

11.4.2. Les solutions d'instruction sur feu réel

Il existe divers systèmes adaptés ou adaptables aux attentes et aux ressources financières de chaque corps ou établissement public.

11.4.2.1. Les différents systèmes

11.4.2.1.1. le système suédois

- LE PRINCIPE -

Un conteneur est divisé en deux parties : la partie avant contient la chambre d'essai et la partie arrière, les personnels en formation accompagnés des instructeurs.

Des systèmes de mesure permettent de suivre en temps réel les modifications de température.

- LES COUTS -

Le coût d'investissement d'un tel système est relativement limité, car il s'organise autour d'un conteneur maritime de 40 pieds.

Il est assez facile de trouver de tels conteneurs dits « de dernier voyage » auprès des compagnies maritimes de transport : le coût d'achat reste modeste.

Les modifications qu'il est nécessaire d'apporter à ce conteneur - installation d'une porte à deux vantaux verticaux sur le côté, installation d'un système de ventilation en partie haute - sont facilement réalisables par les services techniques des grands corps ou des S.D.I.S.

L'instrumentation utile pour relever les températures est par contre plus onéreuse. Par nature fragile, elle risque d'être endommagée lors des exercices et nécessite la provision d'un budget de fonctionnement.

Il peut être également ajouté un système de caméras destinées à enregistrer les manœuvres à des fins pédagogiques d'analyse et de retour d'expérience.

- LES AVANTAGES ET INCONVENIENTS -

Ce système rustique est simple, efficace et son coût reste limité : il est utilisé depuis de nombreuses années en Suède et en Angleterre.

Sa dégradation est cependant inéluctable, car les tôles formant le conteneur sont chauffées régulièrement, ce qui accroît d'autant la vitesse de corrosion d'un ensemble de plus, exposé à l'air libre donc aux intempéries.

Cette installation réduite en surface ne possède aucune polyvalence.

11.4.2.1.2. le système fixe

- LE PRINCIPE -

Il est possible de comparer le système fixe au système suédois à ceci près qu'il est dans ce cas, construit en matériaux durs

Le bâtiment en béton peut servir pour les entraînements « feux » et éventuellement aux exercices de sauvetage, aux entraînements au port des A.R.I.C.O et A.R.I.C.F., ...

- LES COUTS -

Le coût de ce système, s'il reste plus polyvalent, est nettement plus important, car il prend en compte la construction du bâtiment et des infrastructures annexes.

- LES AVANTAGES ET INCONVENIENTS -

Ce système représente la solution idéale. Associé à un bâtiment « administratif » de formation, il peut être l'élément de base d'un centre d'instruction performant.

Toutefois, l'implantation de ce centre doit être soigneusement étudiée, en raison des nuisances qu'il peut produire à l'égard des tiers et de l'environnement.

Sa position géographique doit être également étudiée en fonction des axes de desserte et de circulation ainsi que de la répartition, de la typologie des effectifs et des publics stagiaires des centres à former.

11.4.2.1.3. le système mobile

- LE PRINCIPE -

Le système mobile est directement dérivé du système suédois. Il s'agit de monter un conteneur maritime sur un châssis de véhicule de type semi-remorque.

Ce conteneur doit toutefois être isolé thermiquement afin de limiter la ruine du châssis et de la cabine.

Il peut facilement être utilisé comme module d'entraînement au port de l'A.R.I., mais en aucun cas, de « maison à feu » ou pour les entraînements aux sauvetages aériens.

- LES COUTS -

Le coût de ce système, est relativement important. Il peut être en partie limité si le département possède déjà un tracteur routier ou si des départements coopèrent.

Ce système est à privilégier pour les départements de grande étendue, et/ou possédant une très grande proportion de stagiaires S.P.V. à former : il est aisé de convoier ce système dans les centres pour des formations de week-end, à l'occasion de stages bloqués, ...

- LES AVANTAGES ET INCONVENIENTS -

Ce système plus polyvalent est d'une maintenance technique conjuguée à un entretien mécanique, plus lourde.

Par ailleurs, le gabarit routier de l'ensemble ne doit pas être négligé tant en ce qui concerne les déplacements routiers que de l'accès aux centres.

11.4.2.1.4. *les locaux et bâtiments existants*

- LE PRINCIPE -

Dans ce cas, il est question de procéder à des exercices au sein de bâtiments existants dont la destruction est programmée.

Afin d'être informés de la prochaine démolition de bâtiments, il s'agit d'en convenir à priori avec les services de la Direction Départementale de l'Équipement dans le cas d'aménagement de voies de circulation à créer ou bien, avec ceux des mairies dans le cadre de permis de démolir.

Il est alors possible, après accord des propriétaires et contact pour validation auprès des assureurs des S.D.I.S., de procéder à des incendies à usage de formation.

Des précautions doivent toutefois être prises afin de limiter les risques pour les stagiaires, les tiers voisins et l'environnement.

- LES COÛTS -

Les coûts sont très réduits, pour ne pas dire inexistantes et seules les primes d'assurance peuvent à la marge, être légèrement augmentées par la formalisation d'une clause spécifique.

- LES AVANTAGES ET INCONVENIENTS -

Le principal avantage réside dans le faible coût financier de l'opération. Cependant, il est souvent difficile vis à vis du voisinage de procéder à des feux réels dans les bâtiments contigus à des locaux habités.

Une solution consiste à développer une attitude ouverte de relations publiques et de communication auprès du voisinage en invitant les résidents à l'occasion de l'exercice et en détachant un cadre chargé de commenter le déroulement de la manœuvre et d'expliquer l'intérêt professionnel d'une telle démarche.

11.4.2.2. Le traitement des déchets et des effluents

Tout « système à feu » induit la production de déchets et rejets d'effluents. Ils peuvent être solides, liquides ou gazeux et leur devenir doit être appréhendé.

11.4.2.2.1. *les déchets solides*

Les éléments solides posent peu de problèmes. En effet, il s'agit généralement de charbons. Ceux-ci peuvent être déposés en décharges ou traités comme des déchets banaux après complet refroidissement.

11.4.2.2.2. *les effluents liquides*

Ceux-ci sont principalement composés d'eau d'extinction. Celle-ci entraîne généralement une partie des produits inflammables utilisés pour l'allumage des feux d'exercices.

Dans la mesure où l'on brûle des hydrocarbures, ceux-ci peuvent également risquer de rejoindre le réseau d'assainissement : un système de récupération des effluents liquides est donc indispensable.

Ce système de récupération des eaux d'extinction doit être jumelé à un système de stockage muni de bassins de décantation. L'eau « propre » est rejetée dans le réseau d'assainissement ou réutilisée, pour partie, comme eau d'extinction pour les exercices.

Les déchets que sont les boues et polluants sont ultérieurement repris par des engins de type hydrocureuse afin d'être envoyés en usine de traitement. Une prise en charge financière des coûts induits doit être prévue.

Si le site accueille une importante activité de formation et d'entraînement, la solution d'une « station de traitement des eaux » doit être sérieusement envisagée.

11.4.2.2.3. *les effluents gazeux*

Ce sont les effluents les plus importants et ceux qui posent le plus de problèmes de voisinage.

Il existe à l'heure actuelle des sites d'exercices équipés de systèmes performants de lavage des fumées.

Pour les types de feux qui nous intéressent, une solution consiste à enfermer les « maisons à feu » dans des hangars de très grand volume.

En effet, le traitement des effluents gazeux ne pouvant se faire qu'en bout de chaîne, il est indispensable de récupérer toutes les fumées afin de les traiter dans leur globalité.

Toutefois, il est possible de considérer que les exercices étant réalisés à partir de matériaux de catégorie A, les fumées produites ne perturbent que très peu l'environnement.

Il existe une société américaine qui propose des produits à ajouter aux hydrocarbures de mise à feu afin de limiter les fumées produites.

Il suffit d'utiliser un additif de ce type et de l'ajouter aux hydrocarbures de démarrage afin de limiter d'une manière très importante la production de fumées grasses, ...

11.4.2.3. Les aspects réglementaires

Il est important de noter que le Règlement Sanitaire Départemental (R.S.D.) peut interdire de faire du feu dans certaines zones d'habitation urbaines ou péri urbaines.

Ce document consultable auprès de la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales (D.D.A.S.S) diffère d'un département à l'autre, même si la trame reste pour l'essentiel, la même sur l'ensemble du territoire.

Il est tout aussi nécessaire de se renseigner auprès de la mairie du lieu retenu pour l'implantation afin de savoir s'il n'existe pas un arrêté interdisant de faire du feu sur le territoire de cette commune.

L'existence d'un arrêté préfectoral régissant l'usage et les conditions saisonnières de mise à feu, de brûlage et d'écobuage doit être respecté par le programme de formation. Il en est de même du Code Forestier pour sa partie législative (Art L322-1 à L322-13).

Il est donc indispensable de se renseigner en amont, sur la faisabilité d'un projet de « maison feu » dans le lieu choisi et éventuellement de constituer un dossier de demande de dérogation.

Les services de la D.D.E. et de la D.R.I.R.E. doivent être consultés en ce qui concerne le permis de construire, les rejets de polluants, les associations de riverains, de défense de la nature ou du cadre de vie contactées.

11.4.3. La Suède, pays précurseur

Il est utile et nécessaire de former les intervenants et l'encadrement aux risques présentés par les feux en espaces clos ou semi-ouverts en simulant l'Embrasement Généralisé Eclair (Flash - over) et l'Explosion de Fumées (backdraft). L'école du feu suédoise en atteste au travers du témoignage suivant.

L'EMBRASEMENT GÉNÉRALISÉ ECLAIR OU FLASH - OVER ! APPRENDRE A LE COMBATTRE

D'après Roland LINQVIST et Raddnings VERKET, membres du Service Suédois de Formation au Sauvetage et à la Lutte contre les Incendies.

« La partie la plus difficile du travail d'un sapeur-pompier consiste en la pratique de son métier. Les responsables des sapeurs-pompiers reconnaissent que l'entraînement sur feu réel est une partie très importante de la formation du sapeur-pompier. Mais les règlements concernant l'environnement et concernant la sécurité ont limité le nombre de manœuvres réelles qui sont mises en œuvre dans les corps de sapeurs-pompiers. Pour les corps qui ont la possibilité de brûler des structures abandonnées, la norme N.F.P.A.-1403 (Norme U.S. : N.d.T.) consiste souvent en une entreprise majeure et exige un engagement lourd, en ce qui concerne la main-d'œuvre et les ressources.

Le phénomène d'Embrasement Généralisé Eclair

Bien que les pompiers commencent à comprendre le phénomène, il reste encore un mystère. Actuellement, il y a plusieurs écoles de pensée concernant les phénomènes physiques de l'**Embrasement Généralisé Eclair** (Flash - over). Cependant, un facteur reste constant : l'**Embrasement Généralisé Eclair** (Flash - over) est une phase du feu potentiellement fatale qui est une menace constante pour la sécurité des équipes de sapeurs-pompiers engagées pour l'attaque du sinistre.

Mettez simplement le feu à une pièce et à son contenu. La chaleur est rayonnée par les éléments combustibles en feu et renvoyée par les murs et les autres éléments structurels. Cette réaction provoque une auto accélération de la chaleur. Finalement, la pièce entière et son contenu s'enflamment avec une force violente et dévastatrice.

Le temps et la technologie ont favorisé le problème de l'**Embrasement Généralisé Eclair** (Flash - over). Il y a plusieurs années, le contenu moyen d'une pièce d'une résidence était composé de produits naturels tel que le bois, le coton et autres structures à base de cellulose. Huit minutes étaient alors nécessaires pour assister à l'embrasement généralisé éclair d'une pièce type.

Dans le monde d'aujourd'hui, les plastiques à base d'hydrocarbures dominent. Il suffit aujourd'hui de deux à trois minutes pour atteindre le maximum de l'incendie. Cette accélération de la réaction cause une vraie inquiétude aux sapeurs-pompiers.

Alors qu'il y a encore une quinzaine d'année l'**Embrasement Généralisé Eclair** (Flash - over) était peu rencontré, il devient aujourd'hui une préoccupation principale des sapeurs-pompiers. Ce problème a été créé, chose étrange, par un programme conçu pour la prévention et le sauvetage de vies. En 1971, le président américain Richard NIXON a ordonné l'étude du problème du feu aux Etats-Unis. Le rapport de 200 pages, « *Amérique Burning* », était un exposé choquant qui devait changer le visage des services de lutte contre l'incendie partout en Amérique.

Le rapport indiquait que les dégâts et les blessures occasionnés par les incendies augmentaient suivant un taux alarmant. Les statistiques ont montré que dans de nombreux cas, les feux n'ont pas été signalés jusqu'à ce qu'un passant ait remarqué des flammes qui surgissaient d'une fenêtre. Avec un retard comme cela, les sapeurs-pompiers arrivaient souvent pour trouver les maisons complètement embrasées. Lorsque les flammes avaient détruit la structure, ils étaient impuissants à effectuer les sauvetages et l'extinction.

Pour limiter l'importance croissante des dégâts occasionnés par les incendies, le rapport a indiqué qu'il était indispensable de raccourcir les délais d'alerte. Deux ans après leur mise sur le marché, les détecteurs de fumées sont devenus le système autonome de sécurité le plus vendu aux Etats-Unis. Ces systèmes peu onéreux permettent une alerte précoce des propriétaires ou des directeurs d'établissements, quelquefois dans les 10 à 15 secondes après son éclosion.

Grâce à l'efficacité de ces systèmes d'alertes, les sapeurs-pompiers sont avertis des feux beaucoup plus tôt. De ce fait, les équipes d'intervention des sapeurs-pompiers arrivent plus rapidement sur les lieux des incendies. C'est pourquoi les sapeurs-pompiers sont très intéressés et s'informent sur ce phénomène. Ce simple fait explique pourquoi les sapeurs-pompiers sont de plus en plus confrontés au problème de l'embrasement généralisé éclair (Flash - over) avant qu'il ne se soit déjà produit.

Apprendre à combattre l'Embrasement Généralisé Eclair

La seule façon de former les sapeurs-pompiers à reconnaître les signes d'un **Embrasement Généralisé Eclair** (Flash - over) potentiellement fatal est au travers d'une formation sur feu réel. En Amérique du Nord, les exercices les plus contrôlés sont réalisés dans des bâtiments en cours de destruction ou des structures abandonnées. Dans de nombreux cas, ces bâtiments exigent plusieurs jours de préparation pour satisfaire aux exigences minimales de sécurité édictées par l'Association Nationale de Protection contre le Feu (N.F.P.A. 1403).

Les exercices de formation et d'entraînement qui nécessitent une action intensive sont toujours appréciés. En plus des équipes d'attaque et de protection, d'autres personnels ont besoin d'entraînement. On peut citer par exemple, le commandement, l'alimentation en eau, la ventilation, les protections et la limitation des propagations. Une fois qu'un incendie s'est déclaré dans un bâtiment conventionnel, il change l'aspect et la résistance du bâtiment. Comme les conditions se dégradent, les marges de sécurité se réduisent.

Les responsables des sapeurs-pompiers estiment qu'une nouvelle méthode de formation est nécessaire. Le système d'entraînement suédois offre une alternative très efficace à la formation sur incendies réels. C'est un programme de formation unique qui combine l'instruction en salle avec une démonstration qui présente un feu intérieur réel. Le système permet une formation conforme aux critères de la N.F.P.A. avec un temps de préparation limitée et une main d'œuvre minimum.

(...)

En fait, les règlements stricts, les matériels de pointe et les tactiques offensives de lutte contre les incendies ont fait du Service Suédois de Lutte contre le Feu, le plus respecté d'Europe.

Le « *Flash - over Training System* » a été conçu par deux sapeurs-pompiers de Stockholm, habitués aux interventions, suite à la mort de deux de leurs amis à cause d'un **Embrasement Généralisé Eclair** (Flash - over). La mort d'un sapeur-pompier en Europe est un événement extrêmement rare et l'incident a incité ces hommes à développer un simulateur qui permette aux sapeurs-pompiers de reconnaître un **Embrasement Généralisé Eclair** (Flash - over) potentiel.

En 1986, ce système a été adopté par le Comité Suédois des Services de Lutte contre les Incendies et aujourd'hui il y a plus de 100 systèmes en service dans le monde.

Aux Etats-Unis, les personnels de formation ont adapté le système pour satisfaire aux besoins des sapeurs-pompiers américains. Leur objectif : montrer un feu incontrôlé dans une atmosphère sûre et contrôlée.

A l'intérieur du simulateur...

Comme les flammes se déplacent de la partie « **combustion** » vers la partie « **observation** », les conditions nécessaires à l'apparition d'un **Embrasement Généralisé Eclair** (Flash - over) apparaissent facilement. Au fur et à mesure de la montée en température, de plus en plus de fumées sont produites et envahissent la partie haute du simulateur. Il faut se rappeler que c'est un feu réel de classe A et non pas un feu à base de gaz propane...

Si le simulateur était une structure conventionnelle, les fumées et les gaz stagneraient seulement à quelques centimètres au-dessus du sol. Les températures au plafond atteignent 1 300 à 1 500 degrés Fahrenheit (700 à 850°C : N.d.T.). La couche de fumées s'enflamme et il en résulte un **Embrasement Généralisé Eclair** (Flash - over).

Pensez toujours que ces sapeurs-pompiers étudient le comportement du feu, l'extinction complète n'est pas nécessaire. Au cours de cette étape de formation, l'objectif est d'apprendre aux équipes d'attaque des sapeurs-pompiers comment survivre dans un environnement risquant d'atteindre l'**Embrasement Généralisé Eclair** (Flash - over).

Le « système d'entraînement suédois » est unique dans les services de lutte contre l'incendie en Amérique. Bien que ce système ait été développé pour les sapeurs-pompiers suédois, il est tout à fait adapté pour un usage aux Etats-Unis ou en Europe. Ce système est l'outil idéal de formation pour tout sapeur-pompier, quel qu'il soit. C'est un système fiable qui a prouvé son efficacité, a été accepté par des dizaines de corps de sapeurs-pompiers et a été cité par la N.F.P.A. comme une solution alternative à un coût raisonnable pour l'entraînement à la survie lors des incendies. »

11.4.4. Les écoles et centres d'entraînement européens

Sensibilisés depuis de nombreuses années aux risques d'**Embrasement Généralisé Eclair** (Flash - over) et d'**Explosion de Fumées** (backdraft) auxquels sont potentiellement soumis les sapeurs-pompiers, les écoles professionnelles de multiples pays se sont dotés de centres d'entraînement modernes et performants :

Les principales installations européennes recensées en 1999 sont les suivantes :

PAYS	NOM	ADRESSE	TELEPHONE	TELECOPIE	OBSERVATIONS
ANGLETERRE	DEVON FIRE AND RESCUE SERVICE	GLEN ROAD, PLYMPTON, PLYMOUTH, DEVON	(0044) 01752 333658	(0044) 01752 333640	Dispose d'un centre d'entraînement à l'Embrasement Généralisé Eclair

GROUPE DE TRAVAIL - « *ACCIDENTS THERMIQUES* »

ANGLETERRE	ESSEX FIRE AND RESCUE SERVICE	RAYLEIGH CLOSE, HUTTON, BRENTWOOD, ESSEX	(0044) 01277 222531	(0044) 01277 222218	Dispose d'un centre d'entraînement à l'Embrasement Généralisé Eclair
ANGLETERRE	HERTFORDSHIRE FIRE AND RESCUE SERVICE	SERVICE HQ, OLD LONDON ROAD, HERTFORD, HERTFORDSHIRE SG13 7LD	(00 44) 01992 507507	(00 44) 01992 550242	Dispose d'un centre d'entraînement à l'Embrasement Généralisé Eclair
ANGLETERRE	LANCASHIRE COUNTRY FIRE BRIGADE TRAINING CENTER	WASHINGTON HALL, EUXTON, CHORLEYPR7 6DH, LANCASHIRE	(00 44) 01257 266611	(00 44) 01257 261767 http://www.washingtonhall.co.uk	Dispose d'un centre d'entraînement à l'Embrasement Généralisé Eclair et à l'Explosion de Fumées

ANGLETERRE	SOUTH YORKSHIRE FIRE AND RESCUE SERVICE	COMMAND HQ, WELLINGTON STEET, SHEFFIELD, SOUTH YORKSHIRE	(00 44) 0114 2727202	(00 44) 0114 2537354	Dispose d'un centre d'entraînement à l'Embrasement Généralisé Eclair
ANGLETERRE	WEST MIDLANDS FIRE SERVICE BRIGADE TRAINING CENTER	DARTMOUTH Road, SMETHWICK B66 1BG, WARLEY, WEST MIDLANDS	(00 44) 0121 380 6620	(00 44) 0121 380 6611	Dispose d'un centre d'entraînement à l'Embrasement Généralisé Eclair et à l'Explosion de Fumées
ANGLETERRE	I.F.T.E.	39 JUBILEE Drive, BELLON Road Industrial Estate, LOUGHBOROUGH, LEICESTERSHIRE LE11 5XS	(00 44) 1509 210 310	(00 44) 1509 213 717	Dispose d'un centre d'entraînement à l'Embrasement Généralisé Eclair
ANGLETERRE	WEST YORKSHIRE FIRE AND CIVIL DEFENCE SERVICES	OAKROYD HALL, BRADFORD Road, BIRKENSRAW, BRADFORD,	(00 44) 01274 655867	(00 44) 01274 653780	Dispose d'un centre d'entraînement à l'Embrasement Généralisé Eclair et à l'Explosion de Fumées

GROUPE DE TRAVAIL - « *ACCIDENTS THERMIQUES* »

		GBD112DY			
ANGLETERRE	LANCASHIRE COUNTRY FIRE BRIGADE TRAINING CENTER	WASHINGTON HALL, EUXTON, CHORLEYPR7 6DH, LANCASHIRE	(00 44) 01257 266611	(00 44) 01257 261767 http://www.washingtonhall.co.uk	Dispose d'un centre d'entraînement à l'Embrassement Généralisé Eclair et à l'Explosion de Fumées
ECOSSE	SCOTTISH INTERNATIONAL FIRE TRAINING CENTER	Mc Donald Road Fire Station, Mc Donald Road, EDINBURGH	(00 44) 0131 467 8200	(00 44) 0131 551 6787	Dispose d'un centre d'entraînement à l'Embrassement Généralisé Eclair
ESPAGNE	CENTRO JOVELLANOS	33393 - VERONES, GIJON	(00 34) 98 516 78 75	(00 34) 98 516 76 04	Dispose d'un centre d'entraînement à l'Embrassement Généralisé Eclair
FINLANDE	EMERGENCY SERVICES COLLEGE PELASTUSOPISTO	HULKONTIE 83. 70820 KUOPIO	(00 358) 17 307 111	(00 358) 17 307 222 http://www.pelastusopisto.fi	Dispose d'un centre d'entraînement à l'Embrassement Généralisé Eclair
IRLANDE	EMERGENCY FIRE AND SAFETY LTD	RAFFEN INDUSTRIAL PARK, RINGASKIDDY, COUNTRY CORK	(00 353) 21 375 011	(00 353) 21 375 012	Dispose d'un centre d'entraînement à l'Embrassement Généralisé Eclair
PAYS BAS	MARITIME TRAINING CENTER	BEERWEG, 101 3199LM MAASVLAKTE	(00 31) 181 362394	(00 31) 181 362981	Dispose d'un centre d'entraînement à l'Embrassement Généralisé Eclair
SUEDE	SWEDISH RESCUE SERVICES AGENCY	TRAINING DEPARTMENT, 8-651 80 KARLSTAD	(00 46) 54 1040 00	(00 46) 54 1033 36 http://www.srv@d.sru.se	Dispose d'un centre d'entraînement à l'Embrassement Généralisé Eclair

PEDAGOGIE PAR OBJECTIF

CAS ECOLE ISSU DE RETOURS D'EXPERIENCES

Chapitre 13

A la fin de la lecture de ce chapitre, vous devrez être capable de :

SAVOIR

- **Illustrer** par l'hypothèse maximaliste d'un incendie de type habitation les divers phénomènes étudiés.

Afin de :

SAVOIR FAIRE

- **Placer** son auditoire en situation d'intervention théorique et d'évaluation individuelle.

Pour :

SAVOIR ETRE

- Les **amener à analyser** leurs réponses face aux attendus optimum de la profession.

12. CAS ECOLE ISSU DE RETOURS D'EXPERIENCE

CES SCENARIOS RELEVANT D'UNE FICTION. TOUTE RESSEMBLANCE AVEC DES EVENEMENTS REELS SERAIT FORTUITE.

12.1. FEU DE MAISON D'HABITATION ISOLEE DE LA 2^{ème} FAMILLE

Vous êtes le chef d'un détachement constitué d'un F.P.T.L., d'un F.P.T., d'une E.P.S. et d'une V.L.R. engagé pour l'incendie d'une habitation de type villa individuelle.

Ses dimensions sont de 15 m par 10 m soit 150 m² environ au sol de plain pied avec étage, sur un sous-sol partiel doté d'un cellier et d'un garage semi enterré.

Vous vous présentez par une nuit de février à 02 heures 30, alors que la température est de - 8°C, le sinistre est visible depuis la route au travers des volets d'une fenêtre du rez-de-chaussée, probablement le salon, d'après le requérant voisin.

De la fumée grise s'échappe de l'encadrement d'un volet, en partie supérieure de la porte d'entrée et à la jonction du mur pignon et de la toiture.

La maison est implantée à proximité de la voie publique. Un poteau d'incendie de 100 mm alimenté par une canalisation de 150 mm est distant de 130 mètres de la parcelle.

Vous devez procéder à :

1°. Une évaluation de la situation initiale en vous appuyant sur,

- l'analyse de l'environnement
- l'analyse du bâtiment
- la lecture du feu

2 . Une analyse des risques et un bilan des moyens humains et matériels disponibles.

3°. Une définition des idées de manœuvre et des tâches à accomplir par les personnels des engins.

Les croquis et plans des étages courants vous permettre d'apprécier la disposition des lieux.

12.1.1. Evaluation de la situation initiale

12.1.1.1. L'analyse de l'environnement (zone d'intervention)

Rappels : Lorsqu'un engin d'incendie se rapproche du sinistre, il est indispensable que les intervenants analysent l'**environnement immédiat**.

les voies d'accès :

la largeur et les dispositions permettent de déterminer les meilleurs accès et emplacements pour les premiers engins d'attaque sans oublier, les accès et les positionnements pour les engins de renforts.

Il ne doit pas y avoir de problème pour accéder au lotissement, la largeur de la route est suffisante pour l'accès des F.P.T. et de l'E.P.S. qui doit, quant à elle, se positionner au plus près du sinistre.

La villa se trouve à une courte distance de la voie publique, elle-même accessible des deux côtés.

Les engins pompes ne doivent pas stationner face au sinistre en lieu et place des Moyens Élévateurs Aériens du 1^{er} départ ou de renfort.

le(s) bâtiment(s) :

les dimensions permettent d'estimer la quantité d'occupants à évacuer ou à mettre en sécurité, facilitant les demandes éventuelles de renforts en Moyens Élévateurs Aériens.

L'incendie concerne une habitation de la 2^o famille de 100 m² environ au sol.

La surface et la hauteur de la construction ne présentent à priori pas de problème particulier.

Ces apparentes conditions de facilité ne doivent pas occulter la technicité du sinistre et occasionner par habitude, un relâchement de la vigilance : de nombreux accidents graves répertoriés ont lieu dans ce type de structure bâtementaire...

les hydrants :

leurs caractéristiques et leur nombre permettent de connaître les possibilités d'alimentation des engins pompes et par là même, le personnel nécessaire à cette tâche ainsi que le délai nécessaire à sa réalisation.

Un poteau d'incendie de 100 mm alimenté par une canalisation de 150 mm est implanté à moins de 200 mètres de la villa.

Il doit pouvoir délivrer les ressources en eau utiles et suffisantes sans avoir recours à d'autres hydrants sauf à assurer la sécurité de l'intervention par l'emploi d'une double alimentation pour l'établissement du binôme de sécurité.

L'établissement des lignes d'alimentation et de refoulement doivent dans la mesure du possible, ménager l'accessibilité ultérieure des moyens en renfort et laisser libre les accès d'évacuation.

l'environnement immédiat :

la topographie, la nature, la distance et le positionnement des tiers mitoyens ou voisins permettent de connaître les risques de propagation à l'environnement.

Aucune mention particulière au sujet de la topographie, il n'y a donc pas lieu d'en tenir compte.

Il n'y a aucun danger pour le public et les riverains si les badauds sont maintenus au delà d'une distance de 20 mètres au moins des accès de la villa.

La propagation aux tiers voisins ou à la végétation est très peu probable.

Le périmètre de sécurité doit être physiquement matérialisé afin d'être opposable au tiers.

Les conditions météorologiques et astronomiques :

intempéries, période de la journée, éclaircissement...

Si dans le cas présent le vent ne semble pas être un facteur aggravant, la température de - 8°C doit cependant laisser craindre la congélation des hydrants non protégés ainsi que des contraintes imposées par la formation de glace et le froid qui handicapent les sapeurs-pompier.

Les mouvements des intervenants seront limités par la température négative et les équipes sujettes au refroidissement peuvent aussi chuter sur le sol glacé.

Les lances et les établissements ne doivent pas être fermés totalement par crainte du gel, les pompes des engins doivent toujours tourner au minimum, au ralenti.

L'heure du sinistre indique que les occupants sont probablement au lit, endormis, alors que le feu a pris naissance. Certains d'entre eux peuvent y être encore.

En conséquence, l'heure de la nuit est propice à une découverte tardive du sinistre.

Le mois de l'année laisse supposer que l'habitation est calfeutrée et chauffée du fait de la saison froide, conditions permettant un développement du sinistre.

L'intervention de nuit milite en faveur de l'emploi de moyens d'éclairage suffisant pour améliorer l'efficacité des intervenants et prévenir les accidents.

12.1.1.2. L'analyse du bâtiment

Rappels : Lorsque le véhicule de secours est en vue du bâtiment, les intervenants affinent leur analyse en se concentrant sur le **bâtiment sinistré** proprement dit.

l'activité :

la nature de l'activité donne une idée des risques susceptibles d'être rencontrer à l'intérieur de la zone.

Sauf à découvrir lors de la reconnaissance, un risque particulier, les résidants ne doivent pas exercer à priori d'activités à risque de caractère industriel ou artisanal.

Ils doivent par contre, posséder un équipement mobilier générant un potentiel calorifique et fumigène très important.

les occupants :

l'effectif et la catégorie des occupants permettent de se faire une idée sur les situations potentielles donc des sauvetages et mises en sécurité envisageables. Ainsi, des personnes en danger peuvent se manifester aux fenêtres dès l'arrivée des engins de secours.

Il est hautement probable que la villa soit occupée et si les occupants n'ont pas pu appeler, c'est qu'ils sont endormis, intoxiqués mais encore en vie. La plus grande probabilité de localiser des victimes est qu'elles se trouvent dans leurs lits ou bien à proximité immédiate.

Les risques encourus sont très importants car à cet instant, les occupants sont dans l'ignorance de l'incendie en cours.

Cette évaluation doit laisser à penser que le monoxyde de carbone et les divers autres gaz toxiques de combustion ont été produits en quantité suffisante pour affecter la vie des occupants et potentiellement celle de sauveteurs non dotés d'A.R.I.

la construction :

suivant la nature de la construction (traditionnelle, préfabriquée, structure métallique, structure bois, béton armé, etc.) et la nature de la toiture (en croupe, à la MANSARD, en arche, en shed, etc.) les risques de propagation interne verticale ou horizontale sont foncièrement différents. Une bonne appréciation du risque permet de limiter les risques encourus par les équipes engagées.

L'apparence de la construction pavillonnaire avec étage sous toiture en tuiles mécaniques est celui d'un modèle de construction préfabriquée modulaire.

Les divers types de portes et de fenêtres doivent pouvoir être forcés aisément et sont atteintes par les intervenants sans difficulté.

Ce genre de bâtiment ne possède à priori jamais de protection interne, sauf peut-être une alarme liée à la détection de fumées ou à l'intrusion.

Ce type de construction n'offre que très peu de résistance à l'extension du feu et contient de plus un potentiel calorifique important devant permettre un développement rapide du sinistre.

les volumes à risques :

cette identification devant se faire au regard des possibilités d'accumulation des gaz chauds dans les combles aménagés sous pentes ou les volumes creux inaccessibles sous toiture, conditionne les tâches à accomplir par les sapeurs-pompier.

Les risques de propagation sont probables par le doublage des cloisons et les gaines de la ventilation mécanique contrôlée (V.M.C.). De plus, les cloisons intérieures sont probablement de type alvéolaire placoplâtre.

La villa dispose d'un étage et de combles dans lesquels vont probablement s'accumuler les fumées de combustion et gaz chauds inflammables.

Si le feu se propage par les doublages isolants ou la V.M.C. aux combles, il y a de grande raison de craindre du fait des stockages et aménagements probables présents, un Embrasement Généralisé Eclair (Flash - over) suivi d'un violent feu de toiture.

la localisation des foyers :

à l'arrivée des secours, le foyer peut encore être localisé ou avoir déjà commencé une extension importante. En observant les points de sorties des fumées, nous avons une idée du tirage naturel existant et par là même, une possibilité d'identifier les propagations internes les plus probables.

Les lueurs dans le salon indiquent le foyer principal.

Cet emplacement laisse à penser que le feu peut se propager verticalement et horizontalement et que les fumées et produits de combustion menacent les vies des occupants au rez-de-chaussée et au niveau supérieur.

La probabilité la plus certaine est une propagation aux autres pièces du même niveau, particulièrement si les portes de ces pièces sont restées ouvertes.

Si ces conditions sont réunies, le feu va atteindre les escaliers et l'extension doit s'effectuer par la voie de la cage d'escalier menant à l'étage ; le feu peut aussi se propager horizontalement par les vides du faux plafond et les doublages des cloisons en mode de propagation verticale.

12.1.1.3. La lecture du feu

Rappels : pour la bonne marche des opérations de sauvetage et de lutte contre l'incendie, afin d'assurer aux personnels engagés une protection maximale, la **lecture du feu** reste l'une des phases les plus importantes.

Cette phase est directement liée à l'analyse du bâtiment. Toutefois, les éléments à observer sont très précis et de leurs caractéristiques dépend la suite de l'opération de secours.

3 éléments principaux :

- **les fumées** : couleur, densité, stratification, endroit et façon dont elles sortent,
- **les flammes** : couleur, forme, position, intensité,
- **la chaleur** : position et stratification dans la pièce.

Des fumées grises s'échappent au travers du volet d'une fenêtre, sous la porte d'entrée ainsi qu'à la jonction du mur pignon et de la toiture.

Des flammes sont visibles au travers des volets de la fenêtre du salon.

2 éléments secondaires :

- **les ouvertures** : il est impératif de repérer les ouvertures existantes. Elles permettent de connaître les possibilités de ventilation horizontale et verticale.
 - **les fenêtres** : degré d'opacité dû aux dépôts de suie, chaleur radiante à l'approche ou au contact, déformation des vitres...
 - **les portes** : chaleur radiante à l'approche ou au contact, position d'ouverture, aspect extérieur...
- **les sons** : nature des sons entendus et éventuel assourdissement de ceux-ci.

Toutes les portes et fenêtres semblent fermées. La chaleur du feu n'est pas extériorisée, mais des crépitements assourdis sont perceptibles depuis l'extérieur, au travers de la porte d'entrée.

12.1.2. L'analyse des risques et bilan des moyens humains et matériels disponibles

12.1.2.1. L'analyse des risques

Les risques pour la vie des sapeurs-pompiers ne sont pas négligeables dans ce type de feu. Toutes les pièces ou presque semblent posséder une fenêtre et aucune pièce ne se situe à priori loin d'une issue immédiate.

Du fait de la taille des pièces, il n'y a que très peu de danger qu'un sapeur-pompier se trouve isolé ou perdu dans la villa, **sauf à se trouver bloqué en impasse à l'étage surtout s'il n'existe que des ouvrants pivotants de faible taille, munis de doubles vitrages.**

Les risques d'effondrement sont peu probables dans l'immédiat tant que l'incendie ne se développe pas en **Embrasement Généralisé Eclair** (Flash - over). Cependant, l'escalier intérieur s'il est en bois, risque d'être fragilisé dans le cas d'une propagation verticale.

Lors des reconnaissances, il convient par ailleurs, d'être particulièrement vigilant **quant au risque d'effondrement des planchers surchargés par les meubles et/ou affaibli par la combustion et le poids de l'eau d'extinction.**

Le risque principal pour les intervenants est la fumée et les gaz de combustion inflammables et chauds. Tous les sapeurs-pompiers sont équipés d'A.R.I. et ne doivent pas sauf exception, être en mesure d'utiliser leur protection respiratoire au delà de leur aptitude normale.

12.1.2.2. Le bilan des intervenants sapeurs-pompiers disponibles

De nombreuses variantes existant en fonction des corps départementaux, le lecteur devra répondre à cette question en fonction des moyens humains au 1^{er} départ et des éventuelles ressources possibles en renfort dont il sait pouvoir localement disposer.

En cas d'effectif insuffisant au 1^{er} départ, le chef de détachement devra :

- anticiper sur le résultat de la balance des moyens,
- formuler très rapidement une demande de renfort,
- établir dans l'attente, des priorités parmi les tâches à accomplir.

12.1.2.3. Le bilan des matériels sapeurs-pompiers disponibles

La puissance hydraulique des deux engins pompes doit être suffisante pour combattre ce sinistre quand bien même l'habitation serait-elle complètement embrasée.

De même, les besoins essentiels en matériels et agrès nécessaires pour ce type courant d'intervention doivent à priori être fournis par les ressources organiques des premiers engins sur place.

12.1.3. Les idées de manœuvre

Articulées à partir du « **FIL ROUGE** » que constitue l'acronyme **CL.I.C.D.E.V.E.C.R.M.** (Classement - Implantation - Construction - Dégagements - Energies - VEntilation - Chauffage - Risques particuliers - Moyens de Secours), les idées de manœuvres primordiales peuvent par exemple être, les suivantes :

12.1.3.1. La protection individuelle et collective des intervenants

En plus de la fumée, le principal danger pour les sapeurs-pompiers est le risque d'être confronté à un phénomène de feux en volumes clos ou semi-ouverts sous la forme d'un **Embrasement Généralisé Eclair** (Flash - over) ou d'une **Explosion de Fumées** (backdraft), ou encore les deux dans les cas de locaux gigognes.

Une lecture du feu attentive axée sur les 3 points principaux associés aux 2 points secondaires et l'application du T.O.O.T.E.M. sont les outils de protection des intervenants.

Le port des E.P.I. complets et plus spécifiquement de l'A.R.I. est obligatoire pour tous les personnels pénétrant dans la villa.

Les sapeurs-pompiers de tous grades interviennent systématiquement en binôme, effectuent les procédures de contrôle croisé et de gestion des accès.

Dès lors qu'ils ne sont pas dotés d'un établissement remplissant le rôle de « fil d'Ariane », les binômes emploient les commandes ou lignes guides et liaisons personnelles lors des reconnaissance en milieu hostile.

Les personnels d'attaque comme ceux de reconnaissance doivent posséder un éclairage A.D.F. individuel et des moyens complémentaires collectifs sont demandés aussi rapidement que possible afin d'éclairer l'extérieur du chantier.

A cause du froid, de la glace se forme et les sapeurs-pompiers sont exposés à l'extérieur à des risques de glissade et de chute. Les abords doivent être rapidement salés afin de prévenir tout risque indirect d'accident.

Pour les intervenants mouillés, le risque de refroidissement rapide ou de gelure doit être apprécié par un soutien logistique approprié.

Un effondrement soudain sur ce type de construction est peu probable, de même qu'une explosion, sauf à ce que le sinistre concerne à un moment donné, des hydrocarbures ou du G.P.L. (butane, propane...).

12.1.3.2. La reconnaissance initiale

Le chef de détachement accompagné des 3 chefs d'agrès procèdent ensemble à la première lecture du feu sur les faces directement accessibles du sinistre.

L'incendie est repérable au travers du volet de la fenêtre du salon. Il peut s'être propagé ailleurs mais jusqu'à ce que les reconnaissances le confirment, les actions sont conduites en fonction de cette première localisation.

Les alimentations en énergies et fluides (gaz, électricité, fuel, eau...) sont consignées le plus rapidement possible, afin de placer le chantier en sécurité de ce point de vue.

La pénétration dans la villa s'effectue par le forçement de la porte d'entrée dès lors qu'une lance en eau est à la disposition du premier binôme.

Un second accès à l'arrière de l'habitation opposé au premier est recherché et mis en place afin d'établir un itinéraire de secours traversant.

Cette action opérationnelle est portée à la connaissance de l'ensemble des intervenants dès sa réalisation effective.

12.1.3.3. La reconnaissance complémentaire et sauvetages sous A.R.I.

Du fait de l'absence de victimes se manifestant aux fenêtres à l'arrivée des engins de secours, les sauvetages s'organisent en fonction des besoins déterminés au fur et à mesure des reconnaissances.

La probabilité est grande pour que les occupants, s'ils sont présents, soient asphyxiés. Si certains d'entre eux se sont échappés par eux mêmes avant l'arrivée des secours, ils doivent être retrouvés, inventoriés et questionnés afin de savoir si quelqu'un est encore à l'intérieur et où doivent s'orienter principalement les recherches.

En tout état de cause, même si les renseignements obtenus auprès de témoins directs ne font pas état de victimes supposées, le doute doit rester omniprésent et il conviens de toujours procéder à des reconnaissances pour présomption de sauvetage.

Des reconnaissances complètes doivent être rapidement commandées, doublées par précaution et orientées en priorité :

- vers les chambres, dans et sous les lits,
- dans les placards, armoires, penderies en ayant soin de chercher derrière les vêtements suspendus et sous ce qui ne peut être qu'un tas de linge,
- dans les salles de bain et W-C et réduits attenants aux pièces de nuit,
- sur les cheminements logiques d'évacuation.

Si la propagation du sinistre n'en interdit pas l'accès, les personnels du M.E.A. sur les lieux doivent procéder à la mise en place des moyens aériens dressés au niveau des ouvrants des combles afin de procéder aux reconnaissances et recherches de victimes dans ce secteur et celui de l'étage.

Les combles peuvent toujours renfermer une chambre à coucher et si c'est le cas, c'est l'endroit le plus exposé car les fumées et gaz chauds de combustion inflammables risquent de s'y accumuler.

Dans ce cas, une ventilation des combles par ouverture ou forçement des ouvrants de toiture depuis l'extérieur est la meilleure protection à prendre contre une telle situation génératrice d'Embrasement Généralisé Eclair (Flash - over).

Les personnels du F.P.T. doivent appuyer les effectifs de l'E.P.S. dans ces recherches.

L'usage d'une caméra thermique pour cette phase peut se révéler d'un grand secours.

Des reconnaissances complémentaires devront être menées dès que la porte d'entrée a été forcée et que le rez-de-chaussée sera accessible. Les personnels du F.P.T.L doivent procéder à une reconnaissance combinée du sinistre et à la localisation d'éventuelles victimes.

Les résultats positifs ou négatifs des reconnaissances, sauvetages et mises en sécurité sont rapidement transmis aux chefs d'agrès et au chef de détachement.

12.1.3.4. L'alimentation des établissements et des engins en eau

Si une simple L.D.T. peut à tort, sembler de prime abord suffisante pour traiter ce type de sinistre en fournissant la mobilité nécessaire pour une reconnaissance rapide et l'extinction du sinistre au rez-de-chaussée, seule une lance en jet diffusé d'attaque alimentée au moyen d'un établissement D.N. 45 mm est en mesure d'assurer un effet d'extinction massif suffisant au cas où :

- la pénétration dans la villa provoque un **Embrassement Généralisé Eclair** (Flash - over) par ventilation et apport violent d'oxygène au foyer,
- le sinistre se propage en partie supérieure.

En conséquence, en complément de la L.D.T du F.P.T.L., notoirement insuffisant sur ce type de feu présumé, une division alimentée est positionnée en soutien devant la porte d'entrée de façon à être certain de pouvoir alimenter correctement une lance en D.N. 45 mm. La division alimentée offre de plus une réserve hydraulique appréciable en cas de besoin pour le binôme de sécurité.

Afin de prévenir tout risque d'éclatement du fait du gel, un très léger écoulement doit être maintenu au niveau des vannes de la division et des robinets de manœuvre des lances.

Par ailleurs, il est souhaitable que le F.P.T. se positionne sur un second hydrant et alimente la division afin de véritablement doubler par mesure de précaution en réserve tactique, le F.P.T.L.

12.1.3.5. La ventilation des volumes intérieurs sinistrés sous A.R.I.

La porte principale d'entrée, le volet, la fenêtre du salon et un second accès arrière doivent être forcés dès que les établissements sont en eau. Si les accès extérieurs au salon ne peuvent être ouverts aisément, ils sont alors être rapidement forcés.

Accédant par les échelles aériennes, les effectifs du F.P.T. et de l'E.P.S. procèdent à l'occasion de leurs reconnaissances à l'étage et aux combles, à la ventilation des pièces au fur et à mesure de leurs progressions.

Pour le risque d'Embrassement Généralisé Eclair (Flash - over) qu'ils recèlent, les combles et locaux à risque sont visités après que les ouvrants soient manœuvrés depuis l'extérieur.

Sous réserve que leurs emplois soient parfaitement maîtrisés par des intervenants formés aux techniques d'attaques combinées, des moyens de ventilation horizontale forcée telle que la Ventilation par Pression Positive sont utilisables.

Dans ce cas, le feu alimenté en oxygène, est plus violent dès lors que les reconnaissances et la ventilation associée sont effectives, d'où la nécessité d'une parfaite action synchronisée avec les moyens d'extinction.

12.1.3.6. Les transmissions et demande de renforts

Afin d'assurer une coordination efficace, des moyens de transmissions portatifs doivent être en nombre suffisant pour assurer la circulation permanente de l'information entre le chef de détachement et les moyens sur les lieux.

Un Ordre Complémentaire Transmissions (O.C.T.) basé sur l'emploi de fréquences tactiques de niveau 3 est si besoin réalisé.

Rapidement, un premier message radio d'ambiance à destination du C.O.D.I.S./C.T.A. doit être transmis afin d'informer les autorités des notions essentielles se rapportant :

- au type de bâtiment ;
- à la nature du sinistre ;
- aux principaux risques attendus ;
- aux problèmes particuliers rencontrés ;
- aux besoins éventuels en personnels, engins, appareils respiratoires isolants, matériels complémentaires d'intervention, etc.

Dans le cas présent, en plus des moyens d'éclairage et de ventilation et sauf à ce que les engins du 1^{er} départ en soient plus spécifiquement dotés, les besoins de renfort en soutien médical, sanitaire et logistique éventuels doivent être très rapidement évalués et sollicités.

12.1.3.7. Les risques de propagation

Si vous découvrez que le feu s'est propagé l'étage ou aux combles, il convient de l'attaquer par les communications existantes intérieures au moyen de la lance alimentée en D.N. 45 en appui de la L.D.T., dès lors que l'incendie est maîtrisé au rez-de-chaussée., ce qui ne doit pas être long.

L'établissement immédiat d'une autre lance n'est guère possible pour des raisons d'effectifs, dans la mesure où les personnels du F.P.T. et de l'E.P.S. peuvent encore être tous engagés sur les reconnaissances pour sauvetages et mises en sécurité des éventuelles victimes.

Lorsqu'ils ont accomplis leurs missions, ils peuvent, le cas échéant, établir une seconde lance alimentée en D.N. 45 mm qui, si les combles sont menacés directement est mise en œuvre depuis l'extérieur au moyen d'une échelle à main ou de l'E.P.S. si besoin est.

12.1.3.8. Les autres services publics ou privés, les élus, les médias

Lors des différentes phases de l'intervention, si des éléments ou indices de mise à feu volontaire sont découverts par les intervenants, ils doivent être préservés et les services de police ou de gendarmerie en sont informés sans délai.

Si l'habitation doit être laissée temporairement inoccupée avec les portes ou fenêtres hors d'usage, les services de police ou de gendarmerie en sont avisés.

Il est fort probable que le sinistre puisse nécessiter le concours de services tels que ceux du gaz, de l'électricité dans un premier temps, puis ceux de l'eau, du téléphone ou encore du câble dans une moindre urgence.

Si les occupants sont provisoirement sans abri du fait des dégâts occasionnés à leur habitation par le sinistre et en l'absence de solution familiale ou de voisinage d'accueil, les services municipaux sont avertis du besoin provisoire de relogement.

Dans le cas où les déblais de matériaux empiètent sur le domaine public, il est nécessaire que les services techniques assurent la pose de barrières et un balisage lumineux.

Astreint à la discrétion professionnelle et au devoir de réserve, le chef de détachement, le C.O.S. ou l'interlocuteur mandaté, informent les élus, communique avec les médias écrits ou parlés, avec toute la retenue que l'éventuelle gravité des événements puisse commander.

Ces informations seront réalisées dans le respect de la vie privée des victimes, sinistrés ou tiers impliqués.

12.1.3.9. La protection des biens

La quantité d'eau nécessaire pour l'extinction d'un tel sinistre ne doit pas être importante et son évacuation ne pose à priori, pas de problème.

Dès que les effectifs sont suffisants et que la situation opérationnelle le permet, des sapeurs-pompiers doivent effectuer le bâchage du mobilier et des objets des niveaux sinistrés et surtout du sous-sol afin de les protéger des dégâts occasionnés par les eaux d'extinction.

Si de l'eau s'est accumulée dans les doublages des murs ou cloisons, quelques petits trous discrets judicieusement placés sont faits afin de permettre son écoulement.

En fonction de l'étendue du foyer et de sa propagation, s'il s'avère nécessaire d'effectuer du déblai, ce qui est fort probable, les meubles et objets épargnés par la chaleur et les fumées doivent être protégés ou déplacés. Les petits objets ou vêtements peuvent être abrités dans des tiroirs, meubles ou penderies fermées. Les objets accrochés aux murs sont ôtés et placés en lieu sûr.

Tous les papiers et objets de valeur, bijoux, sommes d'argent en numéraire, moyens de paiement papier ou électronique, papiers d'identité, etc., doivent être immédiatement remis devant témoin aux occupants s'ils sont encore sur les lieux.

En cas d'absence ou si les occupants sont dans l'incapacité physique ou psychologique de récupérer ces biens, les services de police ou de gendarmerie présents ou demandés sur les lieux, en sont les dépositaires.

Dans l'intérêt des victimes, les déblais correspondant à des objets, meubles ou vêtements indemnisables sont conservés à l'intention des experts des compagnies d'assurance, à l'extérieur de la villa, dans l'enceinte de la parcelle, afin de constituer un début de preuve du préjudice subi.

12.1.3.10. La reconnaissance finale et investigations

Cet examen ultime porte sur 3 domaines principaux :

- le contenu ;
- le contenant ;
- les causes supposées ou origines probables du départ de feu.

Le personnel du F.P.T est par exemple chargé du contenu et le personnel de l'E.P.S. du contenant.

Jusqu'à et durant cette phase de l'intervention, un établissement en eau est maintenu à proximité afin de parer à toute reprise de feu et de procéder à l'extinction des braises ou des points encore chauds.

L'examen du contenu portera sur les biens mobiliers. Il convient notamment de s'assurer que toutes les parties en bois touchées par la combustion sont, à l'occasion du déblaiement, grattées jusqu'à faire apparaître l'âme saine.

Les déblais et toutes les parties brûlées sont pelletés et évacués à l'extérieur pour être entreposés dans un lieu où il n'y a aucun risque de ré-inflammation.

L'examen du contenant porte quant à lui sur les biens immobiliers, les parties constitutives de la structure, éléments porteurs et non porteurs.

Dans le cas présent, la reconnaissance structurelle s'oriente vers le plancher, les murs et le plafond du salon ainsi que vers les autres pièces directement touchées.

Si des décolorations, des décollements ou des points chauds font penser que l'incendie couve encore à l'intérieur d'un élément de la structure, il convient de dégarnir minutieusement celui-ci afin de faire cesser tout risque de reprise de feu.

L'usage d'une caméra thermique pour cette phase peut encore se révéler d'un grand service.

De même, la stabilité mécanique des éléments doit être appréciée afin de procéder par un étaielement provisoire. à un renforcement de la structure affaiblie.

Lorsque **l'état d'un bâtiment** appelle des mesures d'urgence pour assurer la sécurité publique ou celle de ses occupants, il peut être pris par le Maire un **arrêté de péril**.

L'arrêté de péril imminent fait parti d'une procédure bien particulière dont l'essentiel est détaillé ci-après :

- avertir le propriétaire de la mise en œuvre de la procédure prévue à l'article L 511.3° du C.C.H. Le gérant de l'immeuble ou le syndic connaissent les propriétaires mais ils ne suffisent pas. C'est bien le propriétaire qui doit être prévenu par tous les moyens actuels ou à défaut, par lettre recommandée avec accusé de réception,
- le président du tribunal d'instance désigne un expert et celui-ci doit constater le péril et l'urgence dans les 24 heures qui suivent sa désignation,
- au vu du rapport d'expertise, il est pris un arrêté de péril imminent. Il s'agit d'une mise en demeure à exécution immédiate, la nature des travaux à exécuter aux frais du propriétaire et le délai imparti doivent être expressément précisés. La notification en est faite par un agent assermenté,
- faute d'une exécution volontaire des travaux prescrits dans le délai imparti, il doit être procédé à leur exécution d'office aux frais avancés de la commune, avec remboursement par le propriétaire sur titre de recette.

En principe, ne peuvent être imposées dans le cadre de la procédure de péril imminent que des mesures provisoires indispensables à la sauvegarde de la sécurité publique : évacuation, étaieage, abattage de cheminée ou de pan de mur, pose de barrières...

Les mesures plus définitives et généralement plus lourdes, gros travaux, démolition complète, sont couramment soumises à la procédure de péril ordinaire.

Les investigations tentent de discerner les causes supposées ou origines probables du départ de feu.

Si des éléments ou détails doivent être relevés, il est nécessaire de les préserver en vue d'une enquête ou expertise ultérieure.

Les renseignements utiles à la rédaction du compte-rendu de sorties de secours et du retour d'expérience sont collectés avec soin et précision.

Avant le départ des secours, une visite de fin d'intervention s'assure de l'absence de fumées ou de signes évidents de source de chaleur. Les fenêtres et portes manœuvrables sont fermées et l'établissement encore en eau est utilisé afin de mouiller une dernière fois les déblais entreposés à l'extérieur.

Remarque : du fait de la température inférieure à zéro durant la totalité de l'intervention, il est nécessaire de maintenir un léger écoulement aux lances afin de préserver les établissements du gel et de l'éclatement. Lors des phases de déblaiement, de reconnaissance finale et d'investigations, les lances sont placées aux fenêtres ouvertes, ainsi l'écoulement d'eau ne cause aucun dommage supplémentaire.

12.1.3.11. Le reconditionnement et la remise en état

Traitant des personnels, des matériels et agrès, des engins, le reconditionnement se fait au centre dès le retour d'intervention et implique l'ensemble des intervenant et de l'encadrement.

Il donne lieu à passation de consignes verbales et écrites pour le suivi de la gestion « post opératoire » pour ce qui est des matériels laissés sur intervention ainsi qu'en cas de difficulté technique particulière ou de réparation devant être effectuée ou commandée ultérieurement.

12.2. L'ANALYSE ET LES COMMENTAIRES

12.2.1. Les erreurs les plus fréquemment commises

Un tel scénario de feu d'habitation est un « **test idéal à blanc** » pour évaluer ses acquis professionnels et ses besoins éventuels de formation professionnelle...

Dans un esprit constructif après avoir effectué cet exercice, il paraît instructif pour chacun, de récapituler les erreurs susceptibles d'être les plus fréquemment commises par les différents intervenants sans distinction de grade et quelque soit l'appellation fonctionnelle en vigueur localement : équipier, chef d'équipe, chef d'agrès, chef de groupe ou chef de garde, chef de détachement, officier de garde ou de permanence, C.O.S. ...

Certains types de manquements récurrents peuvent ainsi être notés :

- seule la L.D.T. du F.P.T.L. est établie et les engins ne sont pas alimentés ;
- les itinéraires d'accès, de repli, de secours ne sont pas formalisés ;
- le contrôle et la gestion des accès / sorties des porteurs d'A.R.I. n'est pas rigoureuse ;
- la ventilation offensive ou défensive est imparfaitement maîtrisée donc mal réalisée ;
- les recherches des éventuelles victimes sont sommairement conduites ;
- les équipes tardent trop à explorer l'étage, les combles et le sous-sol ;
- la reconnaissance finale est hâtivement menée et conduit à des reprises de feu ;
- les médias étant présents sur les lieux, des interviews inutiles voire erronées sont accordées sans autorisations hiérarchique.

Par ailleurs, au titre du retour d'expérience, l'analyse d'interventions survenues en France et en Europe lors de feux en volumes clos ou semi-ouverts, démontre que des

omissions individuelles ou collectives toujours possibles sur intervention, se « capitalisent » trop souvent avec une absence de doctrine et de consignes opératoires préétablies, pour aboutir à des accidents avec blessé ou brûlés, impliquant parfois, une perte de vie humaine...

Citons entre autres, le non respect des actions « incontournables » suivantes :

- **EFFECTUER UNE LECTURE DU FEU** et un « juste » diagnostic du risque d'Embrassement Généralisé Eclair (Flash - over) ou de l'Explosion de Fumées (backdraft) lorsque que les signes précurseurs sont présents et lisibles ;
- **FAIRE PORTER** constamment les E.P.I. par tous les intervenants ;
- **FAIRE MANŒUVRER ET EFFECTUER LES TACHES** par des personnels en binôme ;
- **S'ASSURER DE L'EQUILIBRE DES COMPETENCES TECHNIQUES** entre les 2 équipiers de chaque binôme ;
- **UTILISER l'A.R.I.** et la ligne de vie pour les personnels en exploration ;
- **DISPOSER DE LIAISONS** tactiques orales ou radios entre les intervenants ;
- équipe ↔ chef d'agrès, chef d'agrès ↔ chef de garde, chef de garde ↔ C.O.D.I.S., renforts ;
- **REALISER L'INSPECTION VISUELLE** des gaines, vides et volumes creux ;
- **ETABLIR LES MOYENS HYDRAULIQUES NECESSAIRES** nécessaires en lances, divisions alimentées, engins ;
- **POSSEDER UN SAVOIR-FAIRE** en ce qui concerne la ventilation offensive d'attaque.

Par une dommageable gestion « à l'économie » du risque et des moyens, lorsque l'on essaie de tout traiter, sans renfort, avec le minimum de personnel, d'effort et de matériel...

...au titre de la protection individuelle et collective, se souvenir que sur un sinistre ..

« ON NE PEUT PAS ETRE EN SECURITE EN FAISANT DES ECONOMIES :

- ⊖ DE DOCTRINE,
- ⊖ DE PERSONNELS,
- ⊖ D'EQUIPEMENTS,
- ⊖ DE MATERIELS,
- ⊖ D'ENGINS »

Quant à l'origine ou la cause des erreurs et omissions constatées, nombre d'entre elles trouvent leurs fondements au travers de la **banalisation quotidienne du risque courant, induisant parfois une baisse du niveau de vigilance et un « relâchement professionnel » :**

l'usage courant et abusif de la L.D.T. sur tout type de feu, au travers des commodités et facilités d'emploi qu'elle procure, en est l'un des exemples...

L'adage ayant cours dans la profession, suivant lequel statistiquement, de 90 à 95 % des sinistres sont éteints au moyen de la L.D.T. ne signifie pas que ces sinistres soient éteints avec toutes les conditions de sécurité collective ou individuelle requises et toute la puissance hydraulique de réserve nécessaire !

Les sinistres les plus trompeurs sont en l'occurrence, ceux qui semblent de prime abord les plus conventionnels, donc les plus « simples » à traiter, à l'exemple du feu de **maison individuelle R+1 / R+2 avec ou sans comble et sous-sol aménagés**.

Ce modèle de construction communément répandu en France car proposant aux familles une solution d'habitat individuel financièrement acceptable par de nombreux budgets, recèle par construction les **éléments « endémiques »** propices à l'**Embrasement Généralisé Eclair** (Flash - over) ou à l'**Explosion de Fumées** (backdraft) :

- un potentiel calorifique au m² considérable ;
- une isolation thermique contenant le foyer initial et faisant croître la température interne ;
- une V.M.C. et des doublages de cloisons facilitant une propagation verticale du feu et un cheminement des gaz de combustion par les gaines techniques et volumes non visitables vers l'étage et /ou les combles ;
- des aménagements internes, équipements et installations hors normes ou surchargés : chauffage, insert de cheminée, électricité, etc.

ATTENTION, si le modèle de maison individuelle R+1 / R+2 avec ou sans combles et sous-sol aménagé recèle par construction les éléments « endémiques » propices à l'Embrasement Généralisé Eclair (Flash - over) ou à l'Explosion de Fumées (backdraft), il convient de garder à l'esprit qu'il existe une typologie identique : en zone pavillonnaire, pour les villas individuelles en bande ; en ville, pour les maisons de rue.

Quelles que puissent être les raisons humaines, techniques, doctrinales, financières ou institutionnelles pouvant à posteriori être diagnostiquées, il s'avère que les intervenants ayant vécu directement ou indirectement une telle situation accidentelle subissent cet événement brutal et douloureux comme un indéniable choc psychologique, à l'origine d'un **stress post-traumatique professionnel réel**.

12.2.2. La conduite dirigée de l'Embrasement Généralisé Eclair (Flash - over)

La compréhension des phénomènes dangereux susceptibles de survenir lors des incendies en espaces clos ou semi-ouverts peut faciliter la conduite d'une intervention lorsque la

stratégie retenue par le C.O.S. intègre volontairement la survenue de l'Embrassement Généralisé Eclair (Flash - over) comme méthode de lutte.

*Récit extrait de la revue « **Feuerwehr** » - 02/1993*

« FLASH - OVER : UN RISQUE CALCULE »

« Lors d'un important incendie situé à Vienne en AUTRICHE, le phénomène d'Embrassement Généralisé Eclair (Flash - over) a été pris en compte pour réaliser l'extinction du sinistre : cette démarche « expérimentale » originale a été couronnée de succès.

Le bâtiment en cause appartient à la firme PALMERS qui fabrique du linge. Ce bâtiment construit il y a 20 ans en acier et béton, comprend 11 étages d'une surface totale par niveau de 700 m² :

- au rez-de-chaussée se trouve une réception avec un magasin associé, un restaurant d'entreprise et une cuisine ;
- aux 1^{er} et 2^{ème} étages se situent les lieux de production avec les secteurs du design et du contrôle de la production : ces secteurs sont isolés ;
- côté Est, le 3^{ème} étage est utilisé au stockage des matériaux de décoration et des meubles usagés. Tout semble montrer que l'usage de cette partie n'avait pas été autorisé ;
- côté Ouest, le 3^{ème} étage renferme des bureaux, situés à côté du hall qui contient les matières premières.

Quelques jours après les fêtes, le lundi 11 janvier 1993, l'alarme se déclenche dans le bâtiment où travaillent 200 personnes. L'alarme reliée au centre de secours des sapeurs-pompiers, a été totalement renouvelée en 1991. A cette alarme, un haut-parleur est couplé afin d'avertir les employés et de les faire sortir le plus vite possible. Les sapeurs-pompiers sont donc tout de suite alertés.

Pendant ce temps, disciplinées, les personnes sortent de l'immeuble sans panique, comme pour un exercice. Deux employés de la firme, formé à la sécurité, s'aperçoivent que c'est le secteur n° 11 de l'alarme qui sonne. Ils partent tout de suite en reconnaissance.

Un feu s'est déclaré au 3^{ème} étage dans la salle où se trouvent les matériaux de décoration. Avec deux extincteurs à poudre, les employés essaient de combattre le feu sans résultat, bien qu'ils aillent au plus près du foyer pour l'attaquer.

A 11 heures 17, les sapeurs-pompiers de Vienne se présentent sur les lieux. Les deux employés de sécurité abandonnent la pièce enflammée.

De l'extérieur, il est difficile d'imaginer l'intensité du foyer. Les fenêtres sont noires. Le C.O.S. déclenche alors le 2^{ème} échelon et demande une échelle en renfort. Les sapeurs-pompiers équipés d'A.R.I. se rendent au 3^{ème} étage et procèdent à la ventilation.

Le système d'extinction en eau sous pression ne fonctionne pas. Du fait de ce problème, l'attaque du feu par l'intérieur est suspendue. Pourtant, la société avait auparavant contrôlé le

bon fonctionnement de l'installation. Le dysfonctionnement s'est avérée par la suite avoir été causé par une soupape réparée à coups de marteau...

Pour remplacer le système en eau défaillant, des tuyaux et une division sont acheminés au 3^{ème} étage. Pendant ce temps, arrivés de NEUDORFF un T.L.F. 2000 (F.P.T.L. : N.d.T.) et un T.L.F. 4000 (F.P.T. : N.d.T.) se présentent. Une ligne H.D. (Haute Pression : N.d.T.) est établie jusqu'au 3^{ème} étage.

A ce moment, le point de la situation est le suivant : au 3^{ème} étage, un hall de 40 m² desservant les 3 cages d'ascenseur, séparé de la salle en feu par une porte en bois est accessible. La surface du volume en feu est d'environ 250 m². Dans le hall, il y a beaucoup de fumée. La visibilité ne dépasse pas 20 cm et la température ambiante monte rapidement. L'origine du sinistre n'est pas connue. Les sapeurs-pompiers s'occupent de prendre les premières mesures conservatoires.

Optant tout d'abord pour l'attaque par l'intérieur, le problème principal pour les intervenants est de savoir où se situe exactement le foyer. Le contenu d'un des premiers messages est le suivant :

« Au 3^{ème} étage, volume encombré de meubles et d'une grande quantité de matériels de décoration. Pas de pénétration possible pour découvrir le foyer qui semble se trouver pour l'instant derrière une porte d'isolement en bois ».

L'ouverture de cette porte accroît la quantité de fumées dans le hall et augmente la température. La visibilité dans le hall devient nulle et la température atteint le seuil de la douleur.

La stratégie d'attaque du foyer avec des tuyaux C et (Haute Pression : N.d.T.) est retenue. Dans la salle en feu se trouve une grande quantité de meubles, d'étagères, rangés ou en tas. Lors de cette phase d'attaque, les sapeurs-pompiers ont de gros problèmes d'alimentation en eau, notamment lors de l'engagement des équipes sous A.R.I.

Sur la façade Nord de l'immeuble, se situe l'entrée principale. Un double vitrage se casse sous l'effet de la chaleur. A ce moment-là, peu de fumées sortent par les fenêtres.

L'échelle de HOSENDORF, à l'instant même de son arrivée sur les lieux, est placée de manière à atteindre cette façade et à procéder à une attaque du foyer depuis l'extérieur. La gestion des A.R.I. est placée au point de recueil des moyens sur la rue du Commerce. La montée en puissance des moyens A.R.I. se fait grâce aux matériels de compression (...).

Pour le stationnement et la mise en œuvre des engins d'incendie, de gros problèmes apparaissent du côté de l'entrée principale du fait des véhicules de l'entreprise qui y sont garés. Vingt cinq voitures ont été enlevées du parking afin de laisser l'accès libre aux véhicules de sapeurs-pompiers.

A proximité de l'immeuble en feu, au niveau du Poste de Commandement, la sectorisation est organisée de la façon suivante :

- 1 officier responsable pour l'attaque à l'intérieur du bâtiment ;
- 1 officier responsable pour la partie Sud ;
- 1 officier responsable pour la partie Est ;

- 1 officier responsable pour la partie Nord ;
- 2 cadres pour s'occuper des liaisons radio et des problèmes d'alimentation en eau.

Pendant ce temps, vu de l'extérieur, le bâtiment continue de produire une fumée noire très épaisse. Une seconde échelle est positionnée côté Nord. Au 3^{ème} étage, le problème d'eau est résolu. Pour plus de sécurité, des équipes sous A.R.I. sont positionnées au niveau inférieur du 2^{ème} étage et aux niveaux supérieurs des 4^{ème} et 5^{ème} étages. Du personnel de la firme est également présent. A ce moment-là, 60 personnes sous A.R.I. se trouvent à l'intérieur de bâtiment.

Frayeur pour le C.O.S., deux personnes ayant été envoyées pour fermer le coffre fort de l'entreprise ne sont pas revenues. Deux groupes de sauvetage se dirigent à leur recherche. Les personnes sont retrouvées, ayant dû rebrousser chemin à cause de la fumée trop dense.

Pendant ce temps, des sapeurs-pompiers arrivent toujours en renfort mais ne sont plus dirigés vers l'entrée principale : ils restent en attente, à environ 1 kilomètre de distance du bâtiment en feu. Deux échelles supplémentaires arrivent sur les lieux mais elles s'enlisent dans la pelouse. Il faut les dégager avec des câbles. Pour l'alimentation en eau, tous les hydrants sont utilisés.

Les hydrants supplémentaires à utiliser se trouvent à 500 m. Les besoins se faisant toujours sentir, il faut établir une ligne d'alimentation sur une distance de 2000 m. La pression des hydrants est augmentée de 6 à 8 bars par la société des eaux NEUSIVAK. Il reste encore des réserves, notamment 40 m³ dans un étang d'agrément au centre de NEUDORF et à 3 km, avec le lac du « Lagon Bleu » où se situent, à la disposition des secours, trois points de mise en aspiration.

Cependant, au fur et à mesure de l'évolution du sinistre, il s'avère que l'attaque conventionnelle du feu n'est pas possible, du fait de la fumée trop dense et de la température trop élevée.

La seule possibilité est de réduire cette fumée et cette température en brisant les vitres et en mettant en place un dispositif de ventilation jusqu'à provoquer volontairement l'**Embrasement Généralisé Eclair** (Flash - over).

Ce risque calculé pris sciemment paraît admissible dans la mesure où les personnels sur place disposent notamment de :

- 4 échelles aériennes ;
- 6 lances alimentées pour l'attaque par l'extérieur ;
- 2 appareils de ventilation.

Après le repli des 3 équipes d'attaque, les fenêtres du hall sont cassées et les 2 appareils de ventilation sont amenés. La situation à l'extérieur, à ce moment-là, se dégrade rapidement. Plusieurs vitres se brisent. La charge en fumée atteint un point jusqu'à présent inégalé.

Avec cet apport massif d'air, le but est obtenu. Brusquement, la visibilité s'améliore et la température diminue sensiblement. Soudain, l'**Embrasement Généralisé Eclair** (Flash - over)

survient. La propagation du feu ne se produit pas grâce à une attaque massive des lances sur échelles, la mise en place d'un rideau d'eau et l'attaque du feu par l'intérieur.

A ce moment-là, le feu est combattu avec plus de 20 000 litres d'eau par minute, le rideau d'eau montre son efficacité après quelques minutes : le feu est éteint.

Il faut remarquer que si une partie du 3^{ème} étage est sacrifiée, les 4^{ème} et 5^{ème} étages sont sauvés. Il apparaît clairement que tous les matériels entreposés dans cette partie du 3^{ème} étage ayant été détruits par le feu, si la méthode n'avait pas réussi, c'est tout l'étage qu'il aurait fallu abandonner.

D'autre part, bien que des matériels de décoration se trouvent là en grande quantité, le feu n'a pas pu trop se développer grâce aux détecteurs de fumées et à l'arrivée très rapide des secours directement alertés par l'alarme raccordée au centre de secours.

Le retard de l'attaque par l'intérieur est dû au manque de pression en eau et cela a donné assez de temps au feu pour s'étendre.

Cependant, le scénario tactique a pu être conduit et la montée en puissance a pu se faire grâce au savoir-faire des sapeurs-pompiers et à leurs matériels modernes.

(...)

Après une telle attaque massive en eau, il faut redouter des inondations des étages inférieurs. Des pompes et des bâches sont mises en place. A 14 heures, le feu est contrôlé ; le message « Feu éteint » est passé à 14 heures 50.

Pour sécher les murs des 1^{er} et 2^{ème} étages comme ceux du rez-de-chaussée, des appareils de ventilation sont mis en place. Une grande partie des tuyaux en eau sont roulés. Les sapeurs-pompiers quittent les lieux ; seule, une partie du dispositif reste pour la surveillance et le déblai.

A l'issue d'une réunion avec la direction de l'entreprise, celle-ci met à disposition des moyens d'aspiration et de séchage pour évacuer l'eau au plus vite. L'entreprise liste l'ensemble des problèmes urgents à régler ultérieurement comme les problèmes de pression en eau dans le bâtiment et les difficultés de stationnement pour les sapeurs-pompiers...

(...)

Pour le déblaiement, des problèmes apparaissent : en effet, il n'est pas possible de jeter les déblais par la face Nord car l'entrée principale du bâtiment se situe à l'aplomb. Côté Sud, se trouve le toit du restaurant et de la cuisine. Le déblai se donc fait donc par petites quantités jetées sur le toit de la cuisine et immédiatement enlevées, au fur et à mesure pour être définitivement éteintes sur la pelouse en contrebas.

Deux ultimes problèmes à signaler :

- celui des badauds assistant à l'intervention : il a fallu les écarter constamment ;
- les sapeurs-pompiers ont dû intervenir durant l'incendie pour un accident avec désincarcération de blessés graves : deux chauffeurs de camions regardant l'incendie et non la route ».

N.d.T. : **Cette façon d’agir engage le C.O.S. et tous les risques encourus doivent être étudiés et envisagés avant de décider de sa mise en œuvre.**

13. LES SOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

13.1. LA BIBLIOGRAPHIE GENERALE

- « Firefighting principles & practices » de William E. CLARK - 2° édition
- « L'urgence aux Etats-Unis - tradition et modernisme » par J.F. SCHMAUCH in « Le Sapeur-Pompier » n° 840 - mars 1993
- « Flash - over - Game over ? » par J. SUDMERSEN in « BrandSchutz / Deutsche Feuerwehr - Zeitung » - 05/1997
- Décret n° 98-1225 du 26 décembre 1997 relatif à l'organisation des services d'incendie et de secours - J.O. du 28 décembre 1997
- Référentiel des Formations de Sapeurs-Pompiers : domaines GOC et INC
- Norme française NFX 65-020 « Glossaire des termes relatifs au feu et à leurs définitions » - guide I.S.O. / C.E.I. - février 1991
- Norme internationale I.S.O. 8421 « Protection contre l'incendie - vocabulaire » - parties 1 à 8
- « Guidance on methods for the quantification of hazards to life and health and estimation of time to incapacitation and death in fires - Part 2 » of The Draft British Standard Code of Practice for Assessment of hazard to life and health from fire - 98/540496DC
- « Flash - over survival strategy » par J. KNAPP and C. DELISIO in « Fire Engineering » - august 1996
- « Flash - over » par V. DUNN in « Fire Engineering » - december 1990
- « Stratégie d'intervention » par R. DOSNE in « ALLO Dix-Huit » - juin 1996
- « La ventilation à la B.S.P.P. » collectif in « ALLO Dix-Huit » - juillet 1998
- « La ventilation à pression positive : tradition contre technologie » par M. CHISLARD - mémoire B.S.P.P. - décembre 1996
- « Ventilation et désenfumage » par A. CHINAL in « Le Sapeur-Pompier » n° 867 - novembre 1995
- « Flash - over : recognize it before it finds you » par S. GRANT in « Firehouse » - november 1993
- « Le feu et les constructions : processus du développement et estimation de l'importance d'un incendie » par T.T. LIE in « Revue technique du feu » - décembre 1973
- « Flashover training » par J. TAYLOR in « Fire engineers journal » - june 1993

- « World guide to training centres » in « Fire & Rescue » - october 1998
- « Flash - over : mieux le comprendre pour mieux le prévenir et le combattre » par L. DUFRESNE DE VIREL in « Le Sapeur-Pompier » n° 893 - juin 1998
- « Les équipements de protection individuelle (E.P.I.) » par M. STEMMELEN in « ALLO Dix-Huit » - novembre 1995
- « Vêtements de protection pour sapeurs-pompiers » par D. MATHIEU in « Le Sapeur-Pompier » n° 880 - mars 1997
- « Manuel de lutte contre l'incendie » collectif I.F.S.T.A. - 2° édition
- « Formation : feu réaliste et Flash - over » - Essex Fire and Rescue Service / S.D.I.S Oise
- « Synthèse bibliographique sur le thème du Flash - over ou embrasement généralisé » par L. BOURGOIS - Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint - Etienne – 1997
- « Memoir of a firefighter » par M.L. SPLADING - document Internet
- « Manuel de formation sapeurs-pompiers : chef d'équipe » S.D.I.S. 69 – 1998
- « Firefighters Bookstore » - <http://www.firebooks.com>
- « International Fire Service Training Association (I.F.S.T.A.) » - <http://www.ifsta.org>
- Articles techniques traitant de la ventilation au cours des incendies par A. ETIENNE alias A.J. GEORGET in « Le feu dans les bâtiments et constructions » et « Revue technique du feu »
- « Objectif Demain » - Antenne 2 - Laurent BROOMEAD – 1980
- « Les A.R.I. - Document pédagogique » par les sapeurs-pompiers de Chalon sur Saône - 02/90
- « Flash - over ! Apprendre à le combattre » par R. LINQVIST et R. VERKET - Service Suédois de Formation au Sauvetage et à la Lutte contre les Incendies - novembre 1998
- « Compartment firefighting - Flash - over / Backdraught » - Queensland Fire Rescue Authority - june 1998
- « The flashover phenomenon » par D.D. DRYSDALE in « Fire engineers journal » - november 1996
- « Research on backdraft phenomena » par C.M. FLEISCHMANN in « Fire engineers journal » - january 1997
- « Flames in fires and explosions » par J.R. BRENTON et D.D. DRYSDALE in « Fire engineers journal » - july 1997
- « Fire department response times vs. flashover » par J.R. WATERS in « Fire engineering » - february 1999
- « Flashover training » par J. TAYLOR - The European Fire Engineering Scholarship – 1991

- « Compartment Fires » par P. GRIMWOOD - London Fire Brigade - Institute of Fire Engineers – 1998
- « Fire Safety Engineering - Flashover » par A. BEARD, C.W. DAWSON et P.D. WILSON - University of Derby - june 1998
- « Compartment Fires and Tactical Ventilation - Fire Service Manual - HM Fire Service Inspectorate » - The Stationery Office Bookshops - <http://www.national-publishing.co.uk>
- « Heißes Löschtraining » par W. SCHERB in « BrandSchutz / Deutsche Feuerwehr - Zeitung » - 08/1998
- « Feuerwehr - Übungshaus » par H. SCHRÖDER, K. SCHRÖTER et R. HOHLOCH in « BrandSchutz / Deutsche Feuerwehr - Zeitung » - 08/1998
- « Brandstiftung elektronisch - Neue Brandsimulationsanlage in der Feuerweherschule Kassel » par A.H. FRITZSCHE in « Feuerwehr » - 07/1997
- « Search and rescue in single-family dwellings » par B.GUSTIN in « Fire engineering » - august 1998
- « Forcible entry for glass storefronts » par B.GUSTIN in « Fire engineering » - may 1998
- « Attic ventilators affect firefighter safety » par H.J. OSTER in « Fire Engineering » - may 1998
- « The hazards of membrane roof fires » par F.C. MONTAGNA in « Fire Engineering » - july 1998
- « Thermal performance and limitations of bunker gear » par J.R. LAWSON in « Fire Engineering » - august 1998
- « The irons » par R.A. FRITZ in « Fire Engineering » - may 1998
- « Fire command » par A.V. BRUNACINI - National Fire Protection Association Edition de 1985
- « Flash - over et backdraught » de K.S. SIMON YU in « Fire Engineers Journal » décembre 1992
- « Fire Officer's Handbook of Tactics » par J. NORMAN - Fire Engineering - Pennwell Publishing Company
- « Manual of Firemanship - The Behaviour of Fire - Compartment Fires » Home Office - Fire and Emergency Planning Department - mars 1995
- « Les lances à eau » par J.F. BECKER in « Le Sapeur-Pompier » pages 464 - 1993 et pages 555 – 1993

13.2. LA BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE 4

- « Le feu, les plastiques, l'habitation et les sapeurs-pompiers » - Brochure éditée par les communications économiques et sociales

- « Thermique théorique et pratique à l'usage de l'ingénieur » par B. EYGLUNENT - Editions HERMES
- « La combustion et les flammes » par R. BORGHİ et M. DESTRIAU - Editions TECHNIP
- « Guide de la thermique dans l'habitat neuf » par S. CHARBONNIER, C. PARANT et A. POUGET - Editions du MONITEUR
- « Anatomie de l'enveloppe des bâtiments » par D. ERNSTEIN, J.P. CHAMPETIER et T. VIDAL - Editions du MONITEUR
- « Construire une cheminée » par O. LAEDERICH et Y. LECOFFRE - Editions du MONITEUR
- « Les mélanges explosifs » - Brochure n°335 éditée par l'Institut National de la Recherche et de la Sécurité
- « Estimating temperatures in compartment fires » Section 3 - Chapitre 6 par W.D. WALTON et P.H. THOMAS - The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering - National Fire Protection Association
- « Le Flash - over et le backdraft » par J.F. ROURE, T. LEFEVRE, J.L. BAILLY, C. LE GOUGEÇ in « Préventique Sécurité » - n° 29 de septembre/octobre 1996 et « Face au risque » n° 325 de septembre 1996
- « Précis des matières plastiques » par J.P. TROTIGNON, J. VERDU, A. DOBRACZYNSKI et M. PIPERAUD - AFNOR - NATHAN
- « Précis de bâtiment » par D. DIDIER, M. LE BRAZIDEC, P. NATAF et J. THIESSET - AFNOR - NATHAN
- « Usuel de chimie générale et minérale » par M. B. et F. BUSNOT - Editions DUNOD
- « MEMOTECH génie civil » par J.M. DESTRAC, D. LEFAIVRE, Y. MALDENT et S. VILA - Collection A. Capliez - Editions EDUCALIVRE
- « La physique de tous les jours » par I. BERKES - Editions VUIBERT
- « Etude par le calcul des sollicitations thermiques dans un local en feu » par M. CURTAT et P. FROMY - Les cahiers du CSTB n°2565 - Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
- « Le système feu - Exemple de la bougie » par M. CURTAT et B. LEMAIRE - Brochure interne - Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
- « La physique du feu de bâtiment » par Michel CURTAT - Collection Sciences Physiques du Bâtiment - Tome 3 - Editions du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
- « Eléments sur le Flash - over » par M. CURTAT - C.S.T.B. - division sécurité feu
- « Nature, caractéristiques et dangers de la fumée du feu dans un bâtiment » par M. CURTAT - C.S.T.B. - division sécurité feu - septembre 1997

- « Le contrôle de la fumée du feu dans les bâtiments » par M. CURTAT in « Revue technique du bâtiment et des constructions industrielles » - n° 182
- « Flash-over and nozzle techniques » par Paul Grimwood - Firetactics

13.3. LES AUTEURS (A compléter)

- ❑ Colonel **Claude MARET** (D.D.S.C. - Inspection),
- ❑ Colonel **Pierre - Serge TACONNET**,
- ❑ Lieutenant Colonel **Bernard FRANOZ** (MOSELLE),
- ❑ Lieutenant Colonel **Aristide CHINAL** (E.M.Z. D.S.C. Lyon),
- ❑ Commandant **Dominique MATHIEU** (DROME),
- ❑ Commandant **Michel PERSOGLIO** (VAR),
- ❑ Capitaine **Thierry LEFEVRE** (CHARENTE),
- ❑ Capitaine **Jean François ROURE** (ALLIER),
- ❑ Adjudant-chef **Gérard DAVEAU** (D.D.S.C. - S.N.E.T.),
- ❑ Sergent - Chef **Stéphane MORIZOT** (YVELINES),
- ❑ Caporal Chef **Gérard GROS** (RHÔNE),
- ❑ Les appelés et les Sapeurs-pompiers Auxiliaires de l'E.M.Z. de Lyon,
- ❑ Monsieur René DOSNE.

13.4. LES RELECTEURS

- ❑ Commandant **GARIOUD**,
- ❑ Capitaine **GESRET**,
- ❑ Capitaine **PETIT**.

13.5. LES REMERCIEMENTS (A compléter)

- D.D.S.C. :
 - ◆ **Inspection** : Médecin Colonel DAVID,
 - ◆ **Bureau des Formations et de la Prospective** : le secrétariat

◆ **Section Normalisation et Etudes Techniques,**

◆ **Communication,**

◆ **Service Documentation.**

- E.M.Z. D.S.C. Lyon : Chef E.M.Z.
- ALLIER : D.D.S.I.S.
- DROME : D.D.S.I.S., Lt PAQUIEN, Lt SORBIER, A/C FAYOLLE, Adj CASSIGNOL, Adj RUIZ, Adj DEVIDAL
- PAS DE CALAIS : D.D.S.I.S.
- CHARENTE : D.D.S.I.S.
- LOIRE ATLANTIQUE : Lt Colonel Jean François SCHMAUCH
- MOSELLE : D.D.S.I.S.
- NORD : Cdt Jean François BECKER
- OISE : Colonel HARDY
- RHONE : Cdt Bernard EMELIE, Cne Stéphane CLERC, Cne Thierry RAJOT, A/C Rémy BERON, A/C Paul PENIN, A/C Marcel GIBAUD, S/C Lionel MAITRE, C/C Gilbert BOLE-BESANCON, C/C Bernard GROS.
- SAVOIE : D.D.S.I.S.
- SEINE ET MARNE : D.D.S.I.S.
- VAR : D.D.S.I.S.
- YVELINES : D.D.S.I.S.
- SAÔNE ET LOIRE : D.D.S.I.S.
- B.S.P.P.
- C.N.F.P.T. : Directions Régionales de Lyon et de Grenoble.
- C.S.T.B. : M. CURTAT et M. HOGNON
- I.N.E.S.C. / E.N.S.O.S.P. : l'encadrement ainsi que les promotions de Lieutenant et de Capitaine.
- Broomhead Laurent Conseils (B.L.C).
- Centre National de la Bande Dessinée et de l'Image (C.N.B.D.I).
- Les éditeurs, pour les emprunts de dessins ou gravure.

TABLE DES ILLUSTRATIONS A REALISER

3.1. ETAT-UNIS : « FLASH - OVER : TEMOIGNAGE PERSONNEL »

A faire dessin de la pièce extrait de la revue, source à préciser

5. LES PHENOMENES DANGEREUX voir JFR

5.2.1.1. La phase initiale de croissance

A faire schéma d'un cube avec un feu faible

5.2.1.2. La phase d'instabilité

A faire schéma rappel de la « boîte à feu »

A faire schéma + démonstration

schéma « camembert » des répartitions énergétiques.

A faire schéma « Répartition de combustibles »

6.1. LES CONCEPTS DE SECURITE, DE SURETE ET DE PROTECTION

A faire ordinogramme ISO/CEI, source à préciser

7.1.2.4. Les conditions critiques

A reproduire photographie d'HAYANGE, source à préciser

9.3.3. La Ventilation Par Ejection (V.P.E.)

A faire schéma de principe « lance à la fenêtre », source à préciser

10.2.1. Le cas des locaux voisins gigognes

A faire schéma de locaux voisins gigognes au sein d'un bâtiment

10.2.2. Les graphiques de survenue des phénomènes

A faire E.G.E. en phase montante du graphe

A faire E.F. en phase montante et descendante du graphe

12. Cas école issu de retours d'expériences

12.1. Feu de maison d'habitation isolée de la 2^e famille

Croquis ou plans 3D (En cours MP)

Fait : RDC 3D + plan de niveau et ETAGE 3D + plan de niveau

Faire si possible

- sous avec garage semi enterré : plan de niveau + 3D
- combles/toiture : plan de niveau + 3D

14. ANNEXES

14.1. L'ASPECT MEDICAL DES ACCIDENTS THERMIQUES

14.1.1. LE SOUTIEN SANITAIRE ET L'ACTION DU S.S.S.M.

L'intoxication par inhalation de fumées ou de gaz chauds est à redouter. Elle peut revêtir trois tableaux cliniques initiaux différents :

- un état de mort apparent ;
- une insuffisance respiratoire aiguë ;
- une insuffisance respiratoire aiguë retardée après un intervalle libre de 4 à 8 heures en moyenne mais pouvant durer 36 heures au maximum.

La présence sur les lieux d'un sinistre d'un service médical pour les personnels sapeurs-pompiers est souhaitable afin d'assurer une couverture sanitaire de l'intervention.

Confronté à un accident thermique, le C.O.S. doit immédiatement informer le médecin sapeur-pompier en charge du soutien sanitaire de l'opération.

14.1.2. L'EXCESSIVE TOXICITE DES FUMÉES D'INCENDIE

Dans le cas des incendies, la toxicité des fumées est due à une multitude de composants dégagés par les produits en combustion. Il s'agit de mélanges gazeux contenant des particules en suspension où prédominent le monoxyde de carbone (CO) et l'acide cyanhydrique (HCN).

L'acide cyanhydrique est dégagé par la combustion de nombreux polymères naturels (soies, laine) ou synthétiques (polyuréthanes, polyamides, poly acrylonitriles) à base d'azote.

Au niveau de l'incendie, la toxicité de l'acide cyanhydrique s'ajoute à celle du monoxyde de carbone et à la privation d'oxygène puisque l'incendie est un grand consommateur d'O₂. Une fraction volumique en O₂ réduite peut être tolérée pendant une heure environ sans problème grave.

Au-dessous de 15 %, apparaissent des risques de comportement inadapté et des troubles physiques devenant d'autant plus sérieux que la durée d'exposition augmente et que le taux d'oxygène diminue.

Le dioxyde de carbone (CO₂) est un produit abondant de la combustion des matériaux organiques. Sa fraction volumique peut atteindre dans les fumées des valeurs voisines de 10 à 15 %. Il est relativement peu toxique mais son inhalation accélère le rythme cardiaque et favorise ainsi l'intoxication par l'action des très nombreux autres composants irritants ou toxiques présents dans les fumées : HCl, SO_x, NO_x, formaldéhyde, aldéhydes, cétones...

Les suies et particules en suspension peuvent pénétrer dans les alvéoles pulmonaires et obturer les bronchioles. En plus de leurs effets mécaniques d'obturation, ces suies et particules peuvent transporter des produits tels que des hydrocarbures aromatiques polycycliques possédant un effet toxique certain.

Les gouttelettes d'eau plus ou moins chargées en polluant par des composés chimiques dissous augmentent le transfert thermique vis à vis des tissus vivants avec lesquelles elles se trouvent en contact, du fait de leur capacité calorifique ; de plus, l'air chaud et humide est plus pénible à respirer que l'air chaud et sec.

En fonction de l'importance de l'exposition aux toxiques, suies et particules, nous pouvons distinguer trois formes d'intoxication :

- légère ;
- aiguë ;
- foudroyante.

TOXICITE RELATIVE DES PRINCIPAUX GAZ DE COMBUSTION				
Gaz	Caractéristiques	I.D.L.H.* 10 000 p.p.m. = 1%	Origines	Observations
Dioxyde de carbone (CO ₂)	Incolore Inodore	40 000 p.p.m.	Produit par toute combustion	100 000 p.p.m. : décès en quelques minutes
Acide chlorhydrique (HCl)	Incolore à légèrement jaune Odeur piquante	50 p.p.m.	Produit par la combustion de certains plastiques (ex : P.V.C...)	Irritation des yeux et des voies respiratoires
Acide cyanhydrique (HCN)	Incolore Odeur d'amande amère	50 p.p.m.	Produit par la combustion de nombreux produits (Ex : nylon, mousse de polyuréthane, caoutchouc)	Action asphyxiante au niveau cellulaire
Dioxyde d'azote (NO ₂)	Rougeâtre à marron Odeur âcre	20 p.p.m.	Produit par la combustion de certains	Irritation du nez et de la gorge

			plastiques	
Phosgène (COCl ₂)	Incolore Odeur de foin moisi	2 p.p.m.	Produit lorsque des réfrigérants sont au contact de la flamme (Ex : Fréon)	Formation d'acide chlorhydrique dans les poumons

* I.D.L.H. : concentration maximale pour laquelle il est possible, sans appareil de protection respiratoire, d'évacuer en moins de 30 minutes, sans effets irréversibles ou gênant l'évacuation.

TOXICITE SPECIFIQUE DU MONOXYDE DE CARBONE

Gaz	Caractéristiques	I.D.L.H.*	Origines	Observations
Monoxyde de carbone (CO)	Incolore Inodore	1 200 p.p.m.	Produit par toute combustion incomplète	Principale cause de mortalité dans les incendies

Valeurs de (CO) en p.p.m.	Valeurs de (CO) en % dans l'air	Effets selon la durée d'exposition
100	0,01	Aucun symptôme ni dommage
200	0,02	Légers maux de tête
400	0,04	Maux de tête dès 1 à 2 h 00
800	0,08	Maux de tête dès 45 mn ; nausées, malaise et perte de connaissance dès 2 h 00
1 000	0,10	Danger ; perte de connaissance dès 1 h 00
1 600	0,16	Maux de tête, vertiges, nausées dès 20 mn
3 200	0,32	Maux de tête, vertiges, nausées dès 5 à 10 mn ; perte de connaissance dès 30 mn
6 400	0,64	Maux de tête, vertiges, nausées dès 1 à 2 mn ; perte de connaissance dès 10 à 15 mn
12 800	1,28	Perte de connaissance immédiate ; danger de mort dès 1 à 2 mn
120 000	12	Valeur de la L.I.E.

14.1.3. LES RISQUES DE BRULURES

A rédiger

14.1.4. LE STRESS THERMIQUE

A rédiger

14.1.5. LA GESTION PSYCHOLOGIQUE POST-ACCIDENTELLE

Pour le sapeur-pompier ayant vécu une intervention marquante, la place du sauveteur peut parfois être très proche de celle de la victime, le traumatisme post-accidentel touchant souvent sans distinction l'homme ou la femme confronté aux mêmes événements...

Article extrait de la revue française « Valeurs mutualistes » - 10/1998

« Forme particulière du stress, le stress post-traumatique apparaît à la suite d'incidents majeurs de l'existence : agressions, attentats, etc.

Le docteur Guy THOMAS, du service de psychiatrie de l'hôpital Saint-Antoine de Paris, commente cette pathologie.

Valeurs mutualistes : Qu'est-ce que le stress post-traumatique ?

Dr Guy Thomas : Ce type de stress se rencontre chez des catégories de personnes très variées : accidentés de la route, employés ayant subi des hold-up...

Il se caractérise par des répétitions : les patients ont des idées intrusives relatives à ce qu'ils ont vécu, la nuit dans des cauchemars ou même dans la journée sous forme d'image, de bruits, d'odeurs.

Cela semble faire appel à une forme de mémoire sensorielle qui peut être réactivée par des détails apparemment anodins : journal, conversation, couleur, visage...

En outre, les gens souffrant de ce syndrome présentent des troubles anxieux, les conduisant à éviter tout ce qui leur rappelle le traumatisme, au point de devenir phobiques des lieux, des gens...

Ils ont des troubles du sommeil importants et sont perpétuellement sur le qui-vive. Sur ce tableau viennent souvent se greffer des symptômes de dépression : repli sur soi-même, perte d'intérêt des activités en général, difficultés de relations sociales...

L'effet cumulatif des traumatismes constitue un aspect important de cette pathologie. Des caissières de banques, qui viennent consulter au 4^o ou 5^o hold-up, racontent que le 1^{er} s'est bien passé, le 2^o pas trop mal, lors du 3^o elles ont pris quelques jours de repos, et au 4^o elles ne peuvent plus retourner à la banque.

Une telle réaction est normale et bien adaptée. Le problème, c'est qu'elle engendre une obsession qui envahit la vie des patients.

V.M. : Quelles thérapies proposez-vous ?

Dr G.T : Nous associons un traitement pharmacologique et une thérapie psychologique. La partie pharmacologique repose maintenant sur les antidépresseurs sérotoninergiques, efficaces dans les troubles anxieux de toute nature.

La psychothérapie est plus spécifique, car les patients oscillent entre deux positions.

D'une part, ils se demandent s'ils ne sont pas en train de devenir fous, parce que les phénomènes intrusifs s'installent dans leur vie et les rendent parfois incapables d'aller dans un grand magasin, dans un cinéma, etc.

D'autre part, comme le plus souvent ils n'ont pas de blessure physique, ils se disent qu'ils devraient être bien et si ce n'est pas le cas, c'est qu'ils sont lâches et empoisonnent leur entourage avec leurs caprices.

Ce sentiment de culpabilité est souvent renforcé par l'entourage qui croit bien faire en leur répétant qu'il faut profiter de la vie, alors qu'ils en sont incapables. Du coup, ils se replient sur eux-mêmes.

La psychothérapie consiste à leur faire accepter à la fois que leur réaction est normale, mais qu'ils ont une vraie blessure psychique, tout comme ils pourraient avoir une fracture de la jambe : ils ont une espèce de boiterie psychologique qu'ils doivent accepter comme un phénomène réel.

V.M. : Quelle doit être l'attitude de l'entourage ?

Dr G.T : Le mieux, c'est d'accepter que quelque chose s'est passé, de l'ordre d'une blessure, et que cela va mettre du temps à cicatriser.

En même temps, il faut encourager les gens traumatisés à poursuivre ou à reprendre leurs activités.

L'entourage doit jouer un rôle de soutien assez fort, sans nier pour autant les troubles dans leur intensité et dans leur caractère.

V.M. : Arrive-t-on à se remettre d'un tel traumatisme ?

Dr G.T : Oui. Sur 80 personnes qui se trouvaient dans le R.E.R. lors du premier attentat et que nous avons suivies, seuls 5 % étaient encore en consultation au bout d'un an.

Les autres ont retrouvé une vie normale : l'atmosphère dans la famille est à peu près rétablie, ils ont repris leur travail et leurs loisirs.

Reste un petit pourcentage qui « se chronicisent » ; mais, même après plusieurs années peuvent se produire des améliorations importantes.

On arrive à aider des personnes qui consultent très tard - jusqu'à cinq ans - après un traumatisme émotionnel.

V.M. : Est-ce une pathologie reconnue ?

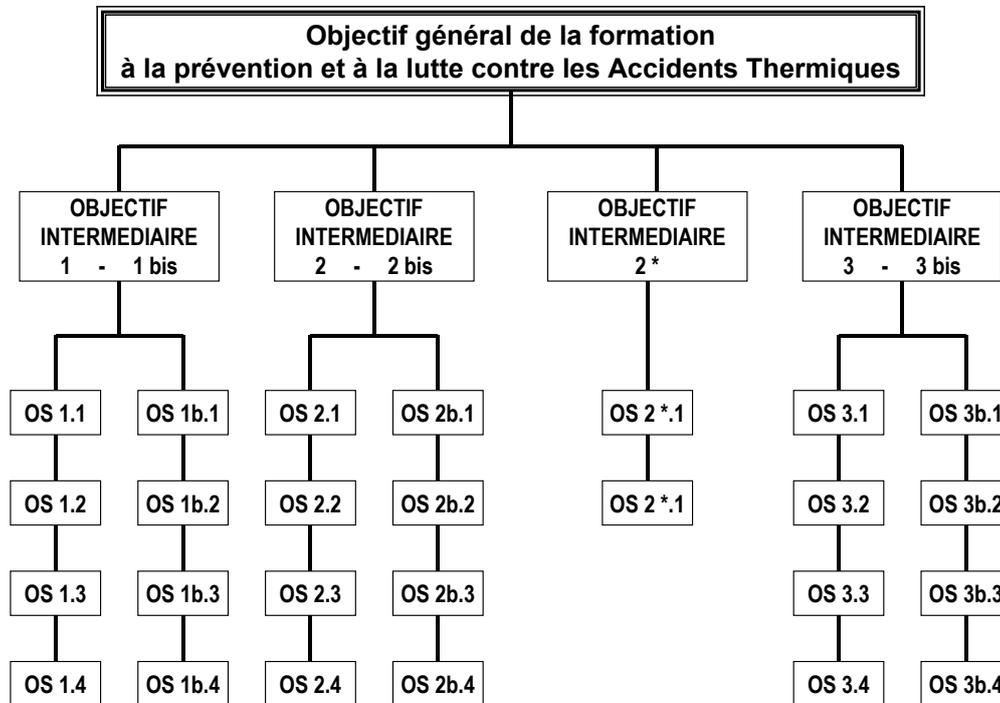
Dr G.T : Elle doit l'être, tant par les médecins, les psychiatres que les patients qui, parfois, ne savent pas qu'ils souffrent de quelque chose qui peut-être pris en charge et que l'on peut soulager.

Elle reste trop méconnue des experts : faire reconnaître un psychotraumatisme en accident du travail est souvent difficile sous prétexte qu'il n'y a pas de blessure physique.

Propos recueillis par Thierry PILORGE. »

14.2. LA PEDAGOGIE PAR OBJECTIFS

14.2.1. Les objectifs de la formation à la prévention et à la lutte contre les Accidents Thermiques



14.2.2. L'objectif général

OBJECTIF GENERAL

Inculquer à tous les sapeurs-pompiers, les deux notions :

d'Embrassement Généralisé Eclair : **FLASH - OVER**

d'Explosion de Fumées : **BACKDRAFT**

Avec tous leurs signes annonciateurs respectifs, afin de leur apprendre à traiter efficacement ces deux risques.

A la fin de la formation, l'apprenant doit être capable de :

SAVOIR	Connaître tous les risques liés à ces deux phénomènes d'Embrassement Généralisé Eclair : FLASH - OVER d'Explosion de Fumées : BACKDRAFT Afin de
SAVOIR-FAIRE	Lire tous les signes précurseurs de l'apparition imminente de l'un, voire de ces deux phénomènes dans un incendie de structures de type habitation ou industrielle et lutter efficacement contre eux Pour
SAVOIR ETRE	Adapter immédiatement son comportement individuel et/ou collectif et sa technique de lutte en fonction du risque qui se présente.

14.2.3. Les différents objectifs intermédiaires

LES DIFFERENTS OBJECTIFS INTERMEDIAIRES

N° 1	L'ANALYSE SPECIFIQUE DU RISQUE : EMBRASEMENT GÉNÉRALISÉ ECLAIR : FLASH - OVER EXPLOSION DE FUMÉES : BACKDRAFT
N° 2	TRAITEMENT OPERATIONNEL DU RISQUE CORRECTEMENT IDENTIFIE
N° 2*	CAS MAJEUR : LES INTERVENANTS SONT PRIS DANS UN EMBRASEMENT GÉNÉRALISÉ ECLAIR TRAITEMENT OPERATIONNEL DE LA SITUATION, EN URGENGE, AVEC DES RISQUES CERTAINS D'ATTEINTE CORPORELLE
N° 3	POURSUITE DU DEROULEMENT CLASSIQUE (M.G.O.) DE L'OPERATION DE SAUVETAGE ET/OU D'EXTINCTION

NB : faire les « Savoir » avec le rôle de l'équipier et mettre entre parenthèses le rôle **différent** de l'encadrement, polyvalent sur les différents niveaux.

OBJECTIF INTERMEDIAIRE N° 1

**ANALYSE SPECIFIQUE DU RISQUE
D'EMBRASEMENT GÉNÉRALISÉ ECLAIR**

A la fin de la séquence, l'apprenant SERA CAPABLE DE :

SAVOIRS	Mémoriser les signaux associés aux risques liés à l'apparition du phénomène <u>d'Embrasement Généralisé Eclair</u> Afin de
SAVOIR-FAIRE	Lire sans risque de confusion, les différents signes caractérisant le phénomène <u>d'Embrasement Généralisé Eclair</u> Pour
SAVOIR ETRE	Se conditionner (ou conditionner son équipe) afin d'analyser objectivement le niveau de risque présent et d'opérer en conséquence

OBJECTIF INTERMEDIAIRE N° 1 Bis

**ANALYSE SPECIFIQUE DU RISQUE
D'EXPLOSION DE FUMÉES**

A la fin de la séquence, l'apprenant SERA CAPABLE DE :

SAVOIRS	Mémoriser les signaux associés aux risques liés à l'apparition du phénomène <u>d'Explosion de Fumées</u> Afin de
SAVOIR-FAIRE	Lire sans risque de confusion, les différents signes caractérisant le phénomène <u>d'Explosion de Fumées</u> Pour
SAVOIR ETRE	Se conditionner (ou conditionner son équipe) afin d'analyser objectivement le niveau de risque présent et d'opérer en conséquence

OBJECTIF INTERMEDIAIRE N° 2

**TRAITEMENT OPERATIONNEL DU RISQUE
D'EMBRASEMENT GÉNÉRALISÉ ECLAIR
CORRECTEMENT IDENTIFIE**

A la fin de la séquence, l'apprenant SERA CAPABLE DE :

SAVOIRS	Connaître les différentes techniques adaptées à ce risque spécifique Afin de
SAVOIR-FAIRE	Utiliser tous les moyens mis à sa disposition pour éviter l'apparition de <u>l'Embrasement Généralisé Eclair</u> (Flash - over) redouté ou se retirer (et mettre à l'abri tous les effectifs présents) face à l'apparition inéluctable du phénomène Pour
SAVOIR ETRE	Adopter l'attitude idéale face au risque présent (et la faire adopter de façon identique au reste de l'équipe d'intervention)

OBJECTIF INTERMEDIAIRE N° 2*

**CAS MAJEURS, LES INTERVENANTS SONT PRIS DANS UN
EMBRASEMENT GÉNÉRALISÉ ECLAIR
TRAITEMENT OPERATIONNEL DE LA SITUATION**

(E.G.E. « FATAL »)

A la fin de la séquence, l'apprenant SERA CAPABLE DE :

SAVOIRS	<p>Connaître et repérer exactement la situation à l'instant « T » dans laquelle se trouve le binôme</p> <p>Afin de</p>
SAVOIR-FAIRE	<p>Utiliser tous les moyens immédiats en sa possession pour se protéger (ou protéger l'équipe) et limiter les effets des brûlures</p> <p>Pour</p>
SAVOIR ETRE	<p>S'adapter à la situation en maîtrisant ses comportements (ou ceux de l'équipe) et stabiliser la situation</p>

OBJECTIF INTERMEDIAIRE N° 2 Bis

**TRAITEMENT OPERATIONNEL DU RISQUE
D'EXPLOSION DE FUMÉES
CORRECTEMENT IDENTIFIE**

A la fin de la séquence, l'apprenant SERA CAPABLE DE :

SAVOIRS	Connaître les différentes techniques adaptées à ce risque spécifique Afin de
SAVOIR-FAIRE	Utiliser tous les moyens à sa disposition pour éviter l'apparition de l' <u>Explosion de Fumées</u> (backdraft) redoutée ou se retirer (et mettre à l'abri tous les effectifs présents) face à l'apparition inéluctable du phénomène Pour
SAVOIR ETRE	Adopter l'attitude idéale face au risque présent (et la faire adopter de façon identique au reste de l'équipe d'intervention)

OBJECTIF INTERMEDIAIRE N° 3

POURSUITE DU DEROULEMENT CLASSIQUE DE L'OPERATION DE SAUVETAGE ET / OU D'EXTINCTION

EMBRASEMENT GÉNÉRALISÉ ECLAIR

A la fin de la séquence, l'apprenant SERA CAPABLE DE :

SAVOIRS	Définir le niveau auquel il convient de reprendre la M.G.O. en fonction des tâches restant à accomplir Afin de
SAVOIR-FAIRE	Utiliser les techniques classiques de sauvetage et d'extinction d'un incendie en espace semi ouvert Pour
SAVOIR ETRE	Reprendre le déroulement de l'opération avec les attitudes (et commandements) adaptés à la situation, une fois le risque évité ou après l'apparition et le développement du phénomène de <u>l'Embrasement Généralisé Eclair</u>

OBJECTIF INTERMEDIAIRE N° 3 Bis

POURSUITE DU DEROULEMENT CLASSIQUE DE L'OPERATION DE SAUVETAGE ET / OU D'EXTINCTION

EXPLOSION DE FUMÉES

A la fin de la séquence, l'apprenant SERA CAPABLE DE :

SAVOIRS	Définir le niveau auquel il convient de reprendre la M.G.O. en fonction des tâches restant à accomplir Afin de
SAVOIR-FAIRE	Utiliser les techniques classiques de sauvetage et d'extinction d'un incendie en espace clos Pour
SAVOIR ETRE	Reprendre le déroulement de l'opération avec les attitudes (et commandements) adaptés à la situation, une fois le risque évité ou après l'apparition et le développement du phénomène d' <u>Explosion de Fumées</u>

14.2.4. LES DOCUMENTS D’EVALUATION

14.2.4.1. Le test de niveau de l’auditoire

TRAVAUX DE RECHERCHE SUR L’EVALUATION D’UNE SENSIBILISATION AUX RISQUES D’ACCIDENTS THERMIQUES GRAVES CHEZ LES SAPEURS-POMPIERS

QUESTIONNAIRE DE DEBUT DE COURS

A	<i>Quelles sont vos connaissances actuelles sur les risques d’accidents thermiques :</i>
	<i>☞ FLASH - OVER:</i>
	<i>☞ BACKDRAFT:</i>
	<i>☞ ROLL - OVER :</i>
	<i>☞ Embrasement Généralisé Eclair :</i>
	<i>☞ Explosion de Fumées :</i>
B	<i>Où avez lu, entendu parlé, découvert ces phénomènes ?</i>

C	<i>Quelle est votre sensibilité personnelle face à ces différents risques ?</i>

D	<i>Pour vous, cette formation est-elle, à l'avenir, une priorité dans la formation incendie des sapeurs-pompiers français ?</i>

QUESTIONNAIRE DE FIN DE COURS

1	<i>Avant cette présentation, aviez vous eu connaissance de ces deux risques ?</i>

2	<i>Que pensez - vous de la présentation globale de ces deux risques ?</i>
<i>Embrassement Généralisé Eclair (Flash - over) :</i>	
<i>Explosion de Fumées (Backdraft) :</i>	

3	<i>Quel est votre sentiment personnel sur cette sensibilisation très ciblée à l'égard</i>
----------	--

	<i>de ces phénomènes aléatoires ?</i>
4	<i>Quelles sont les « longueurs » que vous avez relevées dans les propos tenus?</i>
5	<i>Quels sont les points qui mériteraient d'être plus approfondis ?</i>
6	<i>Après cette présentation, vous sentez-vous capable, désormais, de savoir interpréter distinctement les différents signes annonciateurs de l'imminence de ces phénomènes et d'agir ou de faire agir en conséquence ?</i>
7	<i>Avez - vous relevé des redondances inutiles ? Si OUI, lesquelles ?</i>
8	<i>En complément, aimeriez-vous détenir :</i>

- | |
|--|
| <input type="checkbox"/> <i>Un document littéral complet.</i> |
| <input type="checkbox"/> <i>Un memento de poche plastifié.</i> |
| <input type="checkbox"/> <i>Une cassette vidéo ou un CD-ROM de cette présentation.</i> |
| <input type="checkbox"/> <i>Un autre support. Si OUI, lequel :</i> |

14.2.4.2. Le Questionnaire à Choix Multiples (Q.C.M.) – Les Questions à Réponses Ouvertes et Courtes (Q.R.O.C.).

1	<i>Quelle est la première consigne à appliquer en arrivant sur un feu de structure (bâtiment à usage d'habitation, industriel, ...) ?</i>
----------	--

--	--

2	<i>Quels sont les deux risques potentiels principaux auxquels les sapeurs-pompiers peuvent être soumis sur un feu se développant en espace clos ?</i>
----------	--

<i>Nom Français</i>		<i>Nom Anglais</i>	
<i>Nom Français</i>		<i>Nom Anglais</i>	

3	<i>Que signifie « contrôle croisé des E.P.I. » de sapeur-pompier (E.P.I. = Equipements de Protection Individuelle) ?</i>
----------	---

--	--

4	<i>Quels sont, en les décrivant, les principaux signes qui distinguent</i>
----------	---

nettement ces deux risques en matière de FUMEE, de CHALEUR et de FLAMMES ?		
	BACKDRAFT	FLASH - OVER
FUMEEES		
CHALEUR		
FLAMMES		

5	Quel est le nom anglais qui désigne l'un des principaux signes précurseurs de l'imminence d'un Embraselement Généralisé Eclair ?

6	Que signifie le sigle mnémotechnique
	<p>T O O T E</p> <p style="text-align: center;">M</p>

7	Quels sont les deux types de moyens minimums à posséder avant toute phase offensive en cas d'Embraselement Généralisé Eclair ?

8	Quelles sont les deux conclusions à tirer après un test du plafond pratiqué dans les conditions requises ?
----------	---

Gouttes :

Vapeur :

9 *Dans les conditions de risque d'Explosion de Fumées, peut-on mettre en œuvre une technique de ventilation forcée ?*

OUI *NON*

Pourquoi :

10 *Un risque d'Explosion de Fumées peut-il exister après un Embrassement Généralisé Eclair dans un même local ?*

OUI *NON*

Pourquoi :

Et dans un même bâtiment, avez vous les mêmes réponses ?

OUI *NON*

Pourquoi :

11 *Cochez les signes les plus pertinents de l'imminence d'une Explosion de Fumée.*

- Pas de flammes apparentes.*
- Des fumées en pression sortant sous les parties basses des ouvrants et tous les interstices.*
- Des flammes « bizarres » au plafond.*
- Une chaleur importante au niveau des épaules.*
- Des bruits nets et secs.*
- Des contacts de parois et d'objets traversant très chauds.*

14.2.4.3. Le corrigé type pour Q.C.M. et Q.R.O.C.

CORRIGE TYPE

1	<p><i>Quelle est la première consigne à appliquer en arrivant sur un feu de structure (bâtiment à usage d'habitation, industriel, ...) ?</i></p>
	<p>>Observation attentive de la zone du sinistre : <i>L'environnement immédiat : Zone d'Intervention</i> <i>Les voies d'accès : nombre, largeur, position, ...</i> <i>Les hydrants : nature, position, débit, ...</i> <i>Les bâtiments : type, hauteur, longueur, nature de l'exploitation ...</i> <i>Les conditions météo : vent, pluie, éclaircissement, ...</i></p> <p>>Observation détaillée du sinistre : <i>nature du combustible,</i> <i>localisation du sinistre,</i> <i>itinéraires d'accès et de secours,</i> <i>couleur des fumées et des flammes,</i> <i>comportement des fumées et des flammes.</i></p>

2	<p><i>Quels sont les deux risques potentiels principaux auxquels les Sapeurs-Pompiers peuvent être soumis sur un feu se développant en espace clos ?</i></p>								
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%;"><i>Nom Français</i></td> <td style="width: 25%;">Embrassement Généralisé Eclair</td> <td style="width: 25%;"><i>Nom Anglais</i></td> <td style="width: 25%;">FLASH - OVER</td> </tr> <tr> <td><i>Nom Français</i></td> <td>Explosion de Fumées</td> <td><i>Nom Anglais</i></td> <td>BACKDRAFT</td> </tr> </table>	<i>Nom Français</i>	Embrassement Généralisé Eclair	<i>Nom Anglais</i>	FLASH - OVER	<i>Nom Français</i>	Explosion de Fumées	<i>Nom Anglais</i>	BACKDRAFT
<i>Nom Français</i>	Embrassement Généralisé Eclair	<i>Nom Anglais</i>	FLASH - OVER						
<i>Nom Français</i>	Explosion de Fumées	<i>Nom Anglais</i>	BACKDRAFT						

3	<p><i>Que signifie « contrôle croisé des E.P.I. » de Sapeur-Pompier (E.P.I. = Equipements de Protection Individuelle) ?</i></p>
	<p>Par binôme, les intervenants contrôlent la présence, le bon positionnement et le bon fonctionnement des E.P.I de leur partenaire.</p>

4	<p><i>Quels sont, en les décrivant, les principaux signes qui distinguent nettement ces deux risques en matière de FUMÉES, de CHALEUR et de FLAMMES ?</i></p>
---	---

directe du foyer.

Vapeur : Haute température. Progression limitée après traitement en jet diffusé d'attaque de la masse de fumées chaudes située au plafond.

9	<p><i>Dans les conditions de risque d'Explosion de Fumées, peut-on mettre en œuvre une technique de ventilation forcée ?</i></p> <p><input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON</p> <p><i>Pourquoi : L'apport d'air frais déclenche l'Explosion de Fumées (Backdraft).</i></p>
10	<p><i>Un risque d'Explosion de Fumées peut-il exister après un Embrassement Généralisé Eclair dans un même local ?</i></p> <p><input type="checkbox"/> OUI <input checked="" type="checkbox"/> NON</p> <p><i>Pourquoi : parce que le local est unique est qu'il est, par définition, ventilé.</i></p> <p><i>Et dans un même bâtiment, avez vous les mêmes réponses ?</i></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON</p> <p><i>Pourquoi : parce qu'on peut avoir le cas de locaux gigognes ou voisins qui ont pu emmagasiner les fumées provenant du volume contenant le feu. On peut donc trouver un Embrassement Généralisé Eclair (Flash - over) dans un local et un Explosion de Fumées (Backdraft) dans un autre local mitoyen ou gigogne.</i></p>
11	<p><i>Cochez les signes les plus pertinents de l'imminence d'une explosion de Fumée.</i></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Pas de flammes apparentes.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Des fumées en pression sortant sous les parties basses des ouvrants et tous les interstices.</p> <p><input type="checkbox"/> Des flammes « bizarres » au plafond.</p> <p><input type="checkbox"/> Une chaleur importante au niveau des épaules.</p> <p><input type="checkbox"/> Des bruits nets et secs.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Des contacts de parois et d'objets traversant très chauds.</p>

14.2.4.4. L'évaluation finale

