

16 MARS
2017

COLLOQUE STOPPEUR DE FUMÉES

Organisé par le Service départemental d'incendie et de secours d'Ille-et-Vilaine



SAPEURS
POMPIERS
Ille & Vilaine



COLLOQUE
STOPPEUR DE FUMÉES

Organisé par le Service départemental d'incendie et de secours d'Ille-et-Vilaine

**DÉVELOPPEMENT DES
FEUX DE VOLUMES**

Elizabeth BLANCHARD
Ingénieur Docteur
SPV - Expert incendie

COLLOQUE
STOPPEUR DE FUMÉES

Organisé par le Service départemental d'incendie et de secours d'Ille-et-Vilaine

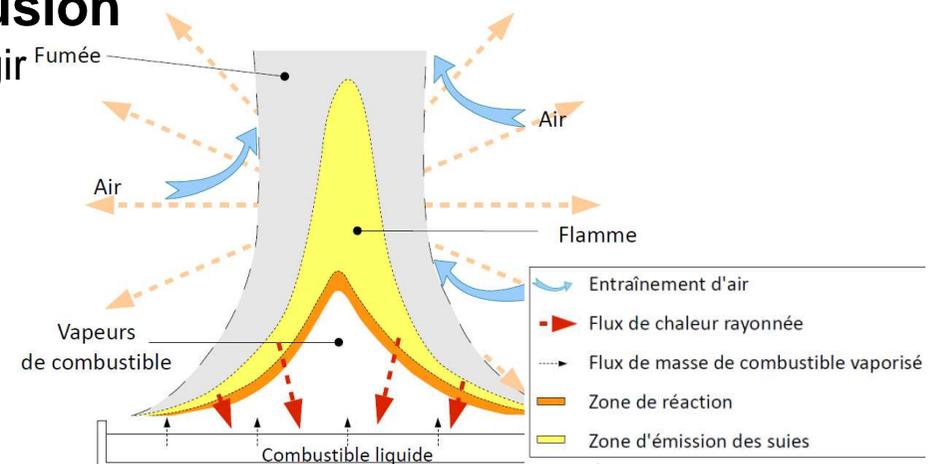
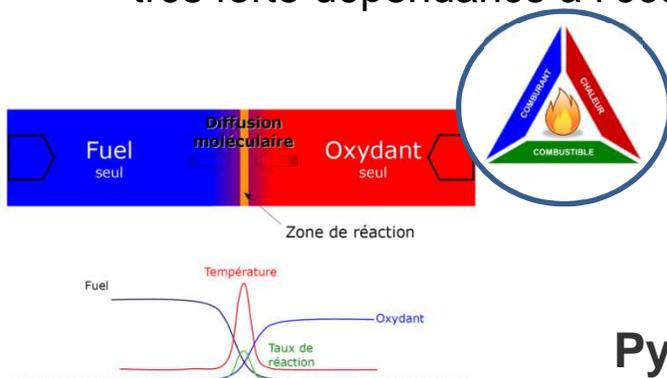
Au droit du foyer
Le feu à l'échelle du local
Le feu à l'échelle du bâtiment
Du feu à l'incendie

Sommaire

- Au droit du foyer
- Le feu à l'échelle du local
- Le feu à l'échelle du bâtiment
- Du feu à l'incendie

Au droit du foyer

- **Carburant** : contenu combustible du local
 - feux de liquides (hydrocarbures)
 - feux de matériaux courants (bois, papier, matelas, etc.)
- **Comburant** : dioxygène
 - présent initialement dans le local
 - fourni par les ouvertures (ventilation du local)
- Majoritairement des **flames de diffusion**
 - réactifs initialement séparés avant de réagir
 - pas de propagation de la flamme
 - très forte dépendance à l'écoulement



Pyrolyse/Vaporisation => Inflammation/Allumage

COLLOQUE STOPPEUR DE FUMÉES

Organisé par le Service départemental d'incendie et de secours d'Ille-et-Vilaine

Au droit du foyer

Le feu à l'échelle du

Le feu à l'échelle du

Du feu à l'incendie

Au droit du foyer

Dégradation des matériaux

- En général la pyrolyse se manifeste à des températures dépassant les 200°C ou 300°C
- La régression de la surface d'un solide en consommation du solide s'effectue à une vitesse de 1 mm/min

Vitesse de propagation d'une flamme

Combustible solide

Propagation descendante	0,1 cm/s
Propagation horizontale	0,1 cm/s
Propagation verticale	1 à 100 cm/s

Combustible liquide 1 à 100 cm/s

... Combustion lente 0,01 à 0,001 cm/s



COLLOQUE STOPPEUR DE FUMÉES

Organisé par le Service départemental d'incendie et de secours d'Ille-et-Vilaine

Au droit du foyer

Le feu à l'échelle du local

Le feu à l'échelle du bâtiment

Du feu à l'incendie

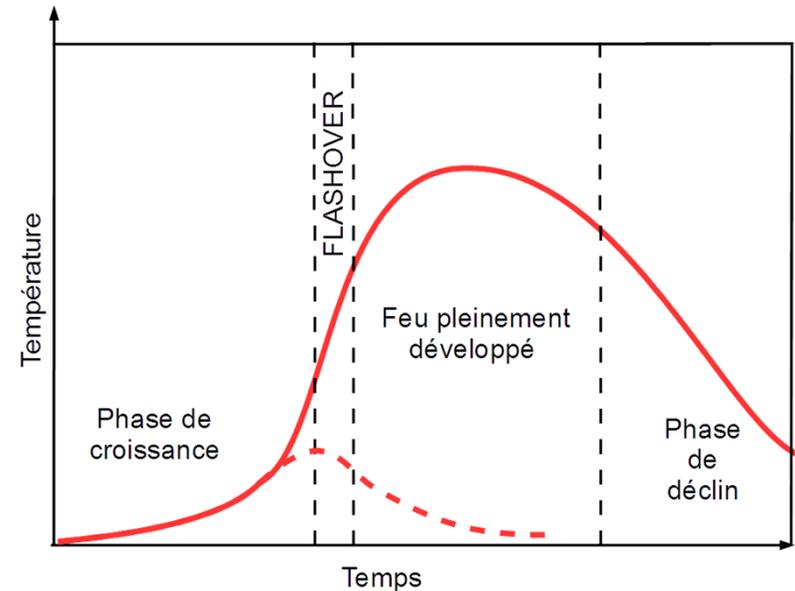
Au droit du foyer

Puissance du feu

Un feu est souvent caractérisé par le flux d'énergie qu'il dégage par unité de temps, i.e. en watt (J/s) ou par un débit calorifique (énergie par unité de temps et de masse)

Flamme vive

La combustion d'1 m² de bois libère environ 200 kW. Celle d'un polystyrène ou d'une mousse de polyuréthane



"An Introduction to fire dynamics" D. Drysdale

Foyer	Puissance maximale	Instant du maximum	Référence
Corbeille de papiers	5 à 20 kW	2-7 min	Gross
Arbre de Noël	650 kW	30 s	Curtat
Chaise rembourrée	2-3 MW	5 min	Babrauskas, Krasny
Matelas	1,5 - 3 MW	10 mn	Hognon

COLLOQUE STOPPEUR DE FUMÉES

Organisé par le Service départemental d'incendie et de secours d'Ille-et-Vilaine

Au droit du foyer

Le feu à l'échelle du
local

Le feu à l'échelle du
bâtiment

Du feu à l'incendie

Le feu à l'échelle du local

Impact d'un local

- L'influence des parois (confinement)
 - L'écoulement de la fumée
 - La couche de fumée et les parois du local participent à la dégradation de l'élément en feu et possiblement à l'extension de la zone de feu
 - La restriction de l'apport en oxygène au foyer du fait de la proximité d'une paroi
- L'influence des ouvertures
 - La restriction de l'apport en oxygène au foyer
 - La compétition entre foyers

COLLOQUE STOPPEUR DE FUMÉES

Organisé par le Service départemental d'incendie et de secours d'Ille-et-Vilaine

Au droit du foyer

Le feu à l'échelle du
local

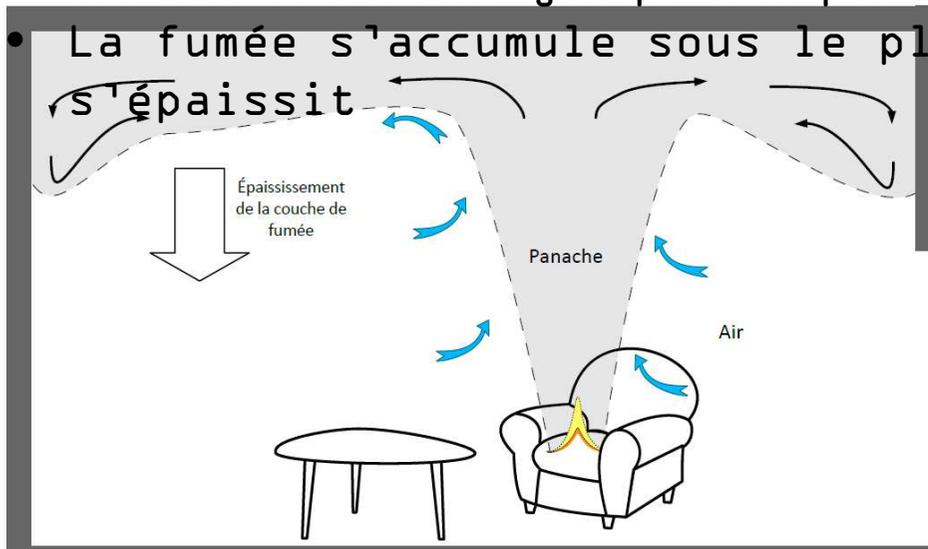
Le feu à l'échelle du
bâtiment

Du feu à l'incendie

Le feu à l'échelle du local

L'enfumage (remplissage)

- La fumée suit un mouvement ascendant en entraînant de l'air :
- => Avec la hauteur, le débit de fumée augmente et sa concentration en toxique diminue
- Le panache thermique vient impacter le plafond et s'écoule horizontalement jusqu'aux parois
- La fumée s'accumule sous le plafond et la couche de fumée



Paramètres dominants

- Hauteur d'entraînement
- Surface au sol
- Puissance du feu

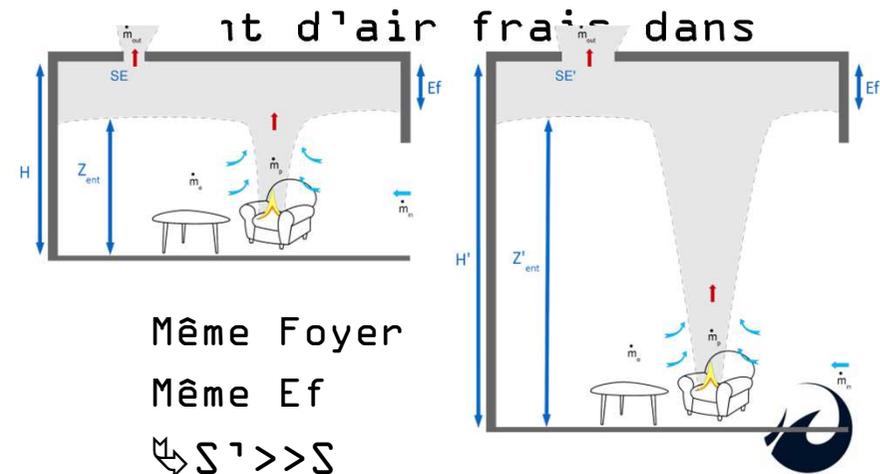
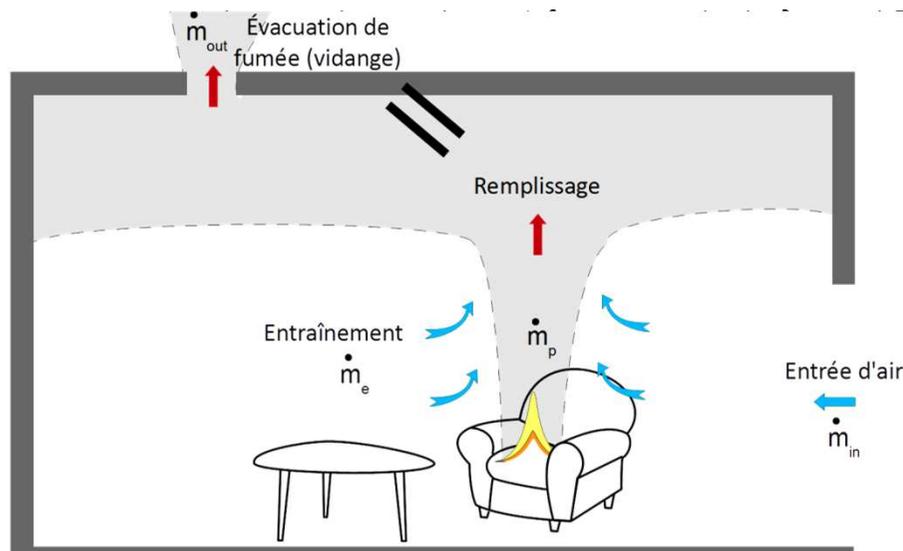
Le feu à l'échelle du local

Le contrôle de l'enfumage (remplissage/vidange)

- La quantité de fumée évacuée est pilotée par le tirage thermique

$$\dot{m}_{out} = S \cdot \sqrt{2 \cdot \rho_f \cdot (\rho_a - \rho_f) \cdot g \cdot (H - Z_d)}$$

- L'épaisseur de la couche de fumée se stabilise lorsque le débit de fumée évacuée et le débit de fumée entrant dans la



COLLOQUE STOPPEUR DE FUMÉES

Organisé par le Service départemental d'incendie et de secours d'Ille-et-Vilaine

Au droit du foyer
Le feu à l'échelle du
local

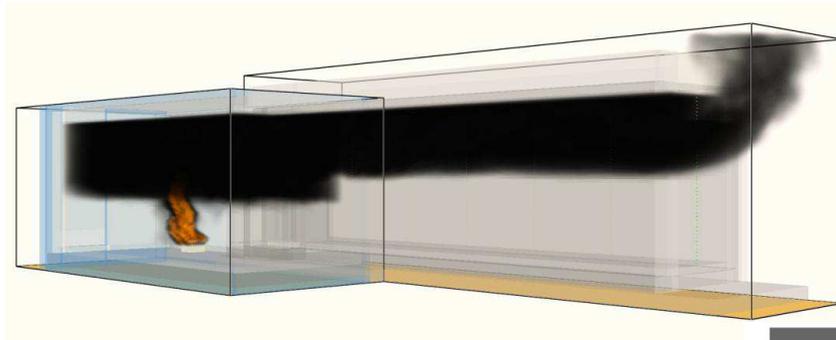
Le feu à l'échelle du
bâtiment

Du feu à l'incendie

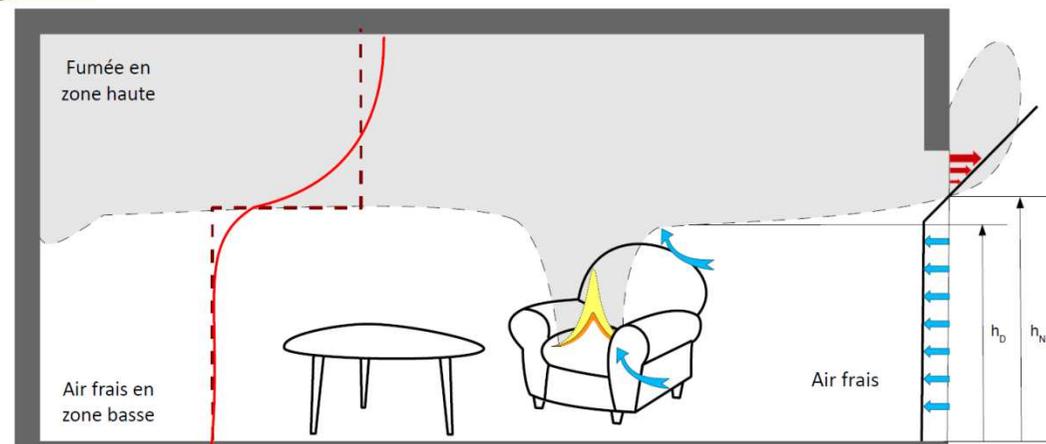
Le feu à l'échelle du local

Stratification de l'environnement de

- Une couche de fumée en partie haute
- Une couche d'air frais en partie basse

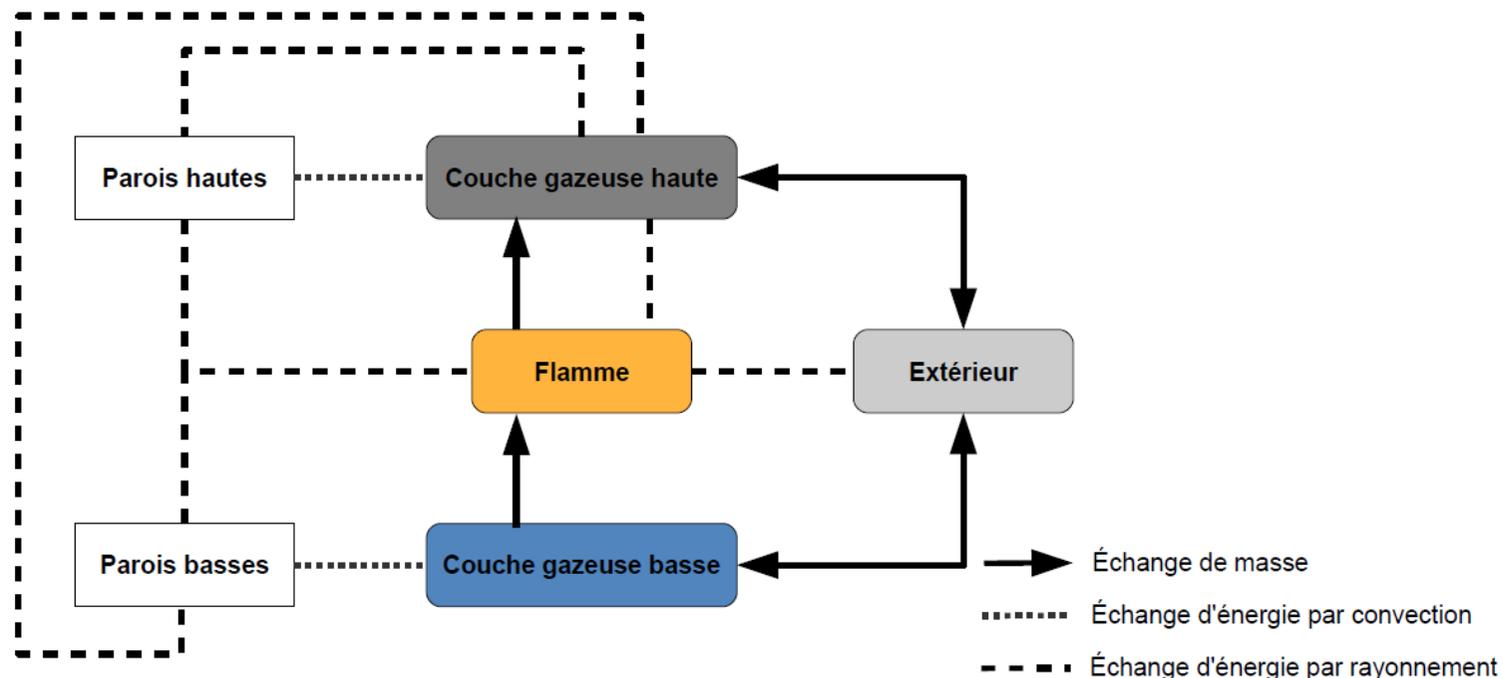


Caractérisée par une
hauteur libre de fumée ...
ou plutôt une
stratification thermique



Le feu à l'échelle du local

L'objet qui brûle (et les foyers potentiels) reçoit le rayonnement émis par les flammes, les parois du local, la couche de fumée haute. L'énergie reçue sert à vaporiser ou dégrader le combustible. Il se crée un équilibre énergétique à la surface du combustible qui permet d'entretenir la flamme.



COLLOQUE STOPPEUR DE FUMÉES

Organisé par le Service départemental d'incendie et de secours d'Ille-et-Vilaine

Au droit du foyer

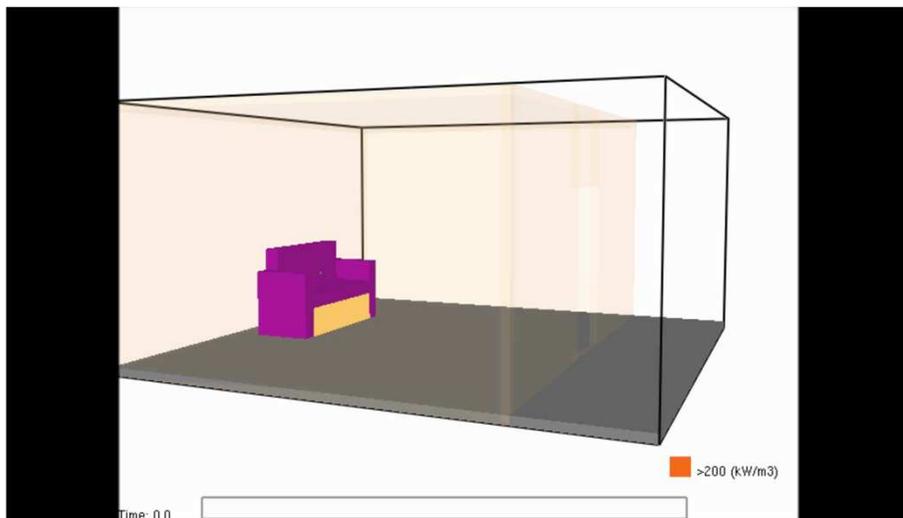
Le feu à l'échelle du local

Le feu à l'échelle du bâtiment

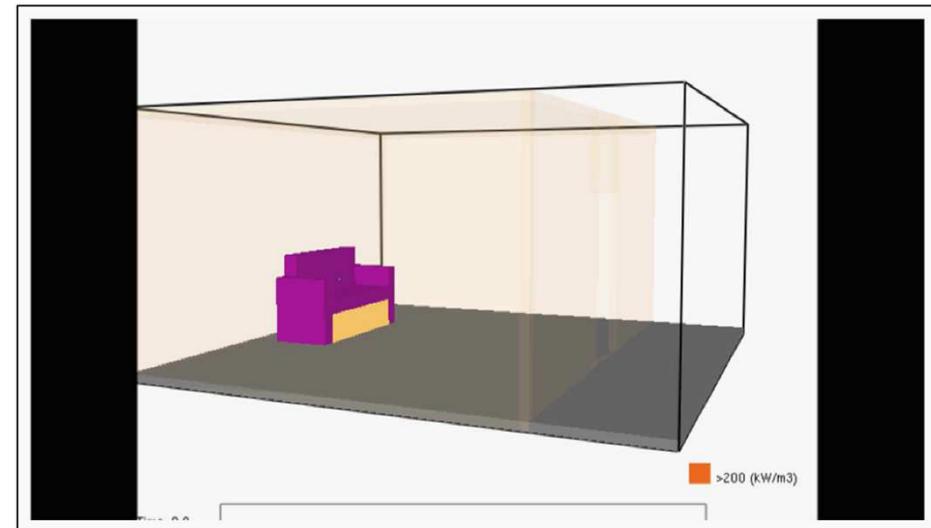
Du feu à l'incendie

Le feu à l'échelle du local

L'équilibre énergétique et massique du local conditionne la température à l'intérieur du local : Dans un local isolé, la température sera plus élevée



Parois en béton

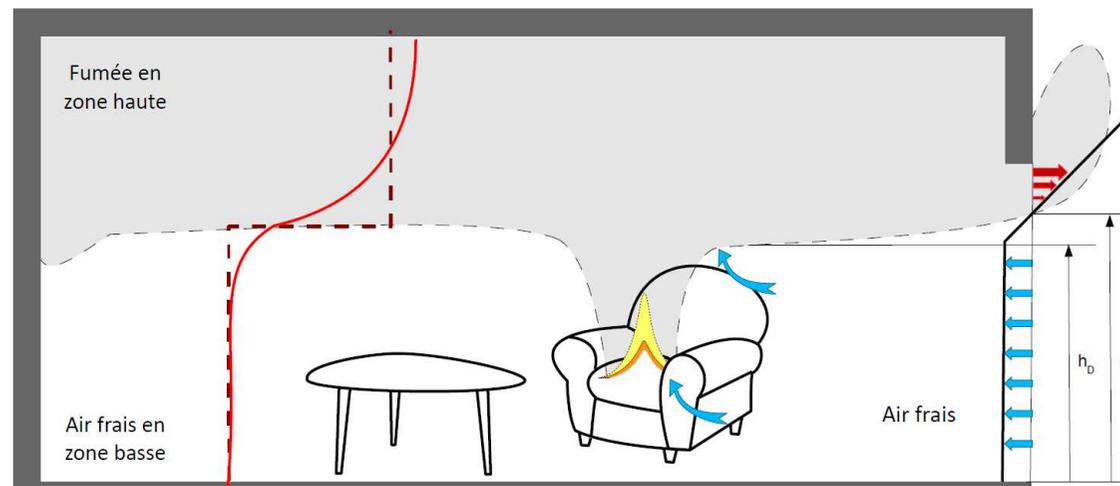


Parois isolées en laine de roche

Le feu à l'échelle du bâtiment

L'enfumage à l'échelle d'un bâtiment

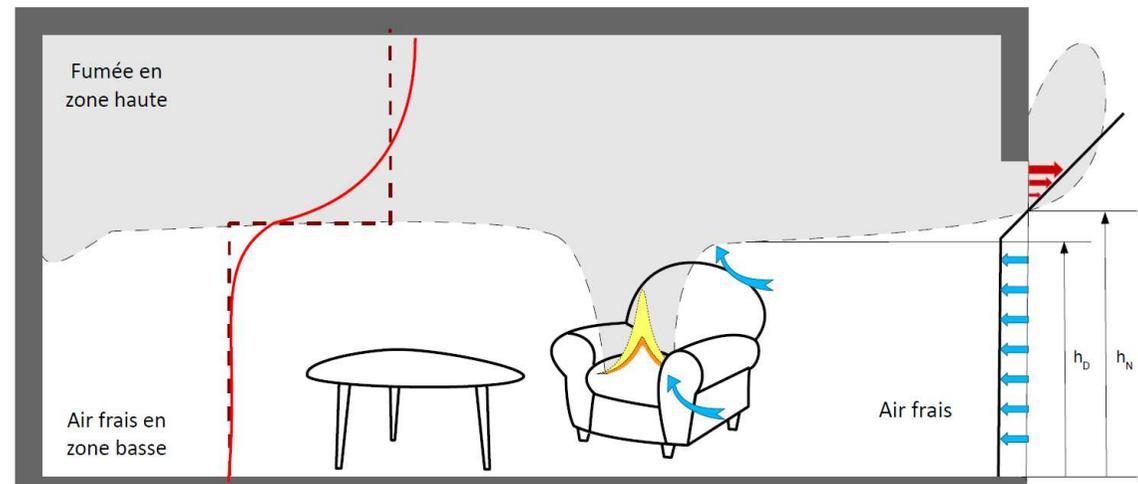
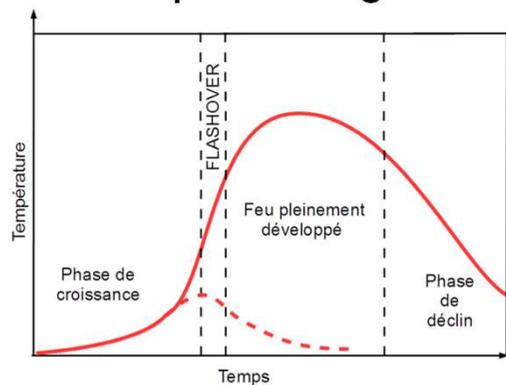
- L'écart de pression avec l'extérieur pilote l'écoulement à l'ouverture
- La fumée s'écoule aux locaux adjacents via les ouvertures ou les interstices (fuites)
- L'air frais rentre dans la pièce et alimente le foyer



Du feu à l'incendie

Les régimes de combustion

- Contrôle par la dégradation



- Contrôle par la ventilation

Un feu dans une pièce fermée ne peut pas se développer

La quantité d'oxygène présente dans un pièce d'habitation (50 m^3) permet de brûler au plus 5 kg de combustible solide

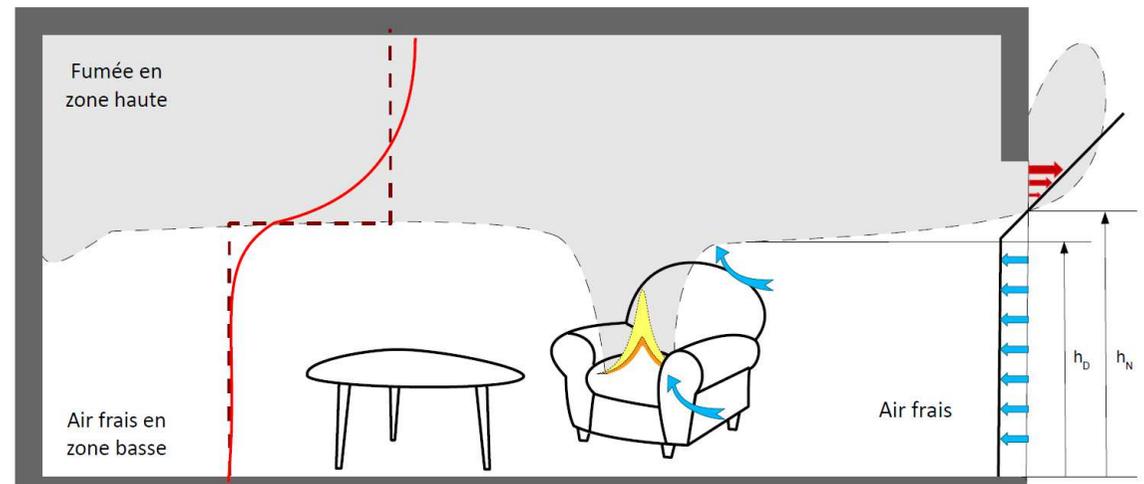
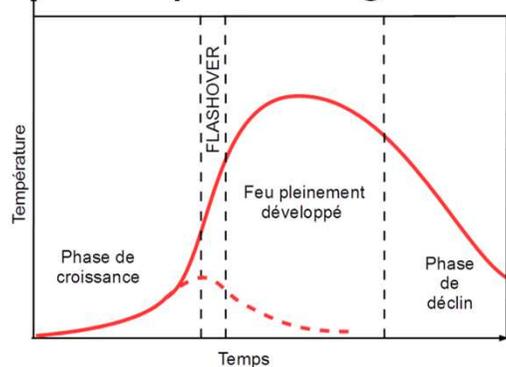
Dans un local ouvert par une seule porte (2 m^2), la quantité d'air (O_2) entrant permet d'atteindre une puissance maximale d'environ 4000 kW

$$\dot{Q}_{\max} = 1,5 * A_{\text{ouverture}} * \sqrt{h_{\text{ouverture}}} \text{ en MW}$$

Du feu à l'incendie

Les régimes de combustion

- Contrôle par la dégradation



- Contrôle par la ventilation

Le flashover (en français : embrasement généralisé éclair)

- Correspond à la transition entre un feu croissant et un feu généralisé (pleinement développé)
- Désigne l'embrasement soudain de l'ensemble des combustibles exposés
- Est traduit par un dégagement de chaleur maximal

La combustion n'est alors plus déterminée par la dégradation du combustible mais par l'apport d'oxygène aux ouvertures

COLLOQUE
STOPPEUR DE FUMÉES

Organisé par le Service départemental d'incendie et de secours d'Ille-et-Vilaine

Nous vous remercions
pour votre attention.



**SAPEURS
POMPIERS**
Ille & Vilaine