



Chicoine, H. (2008) *Phénomènes, repères et indicateurs de l'embrasement*
En ligne : <http://hchicoine.wordpress.com/category/tpiincendie/>

PHÉNOMÈNES, REPÈRES ET INDICATEURS DE L'EMBRASEMENT

HUGUES CHICOINE TPI, CFEICFII, PRÉVENTIONNISTE

Toutes les conceptions de la notion d'embrasement ne sont pas scientifiquement valides ou même acceptables, en particulier lorsque l'on ne distingue pas *ignition*, *explosion* et *embrasement*¹. Des études récentes ont produit des données et des concepts plus précis.

AVANT L'EMBRASEMENT

Après la séquence d'ignition, durant la période initiale de développement et avant l'embrasement, la combustion est régie par la disposition des combustibles en cause et le taux de dégagement de chaleur, de sorte que c'est la convection qui joue le rôle principal pour faire s'élever les gaz chauds dans l'aire volumétrique. Au fur et à mesure que la température s'approche des conditions de l'embrasement, la convection se poursuit, mais la *radiation* voit son rôle s'amplifier jusqu'à devenir le mode dominant de transfert de la chaleur, des produits gazeux plus chauds aux objets plus froids.

Avec le temps, les gaz s'accumulent, et quand ils ne peuvent plus progresser latéralement à cause de la présence des parois verticales des murs, ils commencent à descendre le long des murs d'une manière uniforme. Quand l'aire volumétrique est munie d'ouvertures (porte, fenêtre ou autre), les gaz peuvent s'échapper et dissiper de la chaleur. Si le taux de production des produits de la combustion excède le débit de fuite par une ouverture, l'accumulation des fumées vers le bas se poursuit et laisse sur les murs des traces parfaitement reconnaissables.

¹ « Il existe deux types de feux : l'embrasement éclair et le feu couvant. Comme son nom l'indique, l'embrasement éclair s'allume et se répand vite. De l'huile surchauffée qui s'enflamme sur la cuisinière ou de la poussière céréalière qui explose lorsqu'une étincelle se produit sont des exemples d'embrasement éclair. Le matériau en flammes dispersé par l'explosion multiplie les foyers d'incendie. » (*Sécurité-incendie à la ferme et en milieu rural : Une once de prévention...*, Santé Canada, mise à jour 2000-05-02, http://www.hc-sc.gc.ca/hpb/lcdc/publicat/farmfam/vol8-1/ff8-1e_f.html, accédé le 31 août 2001)



Chicoine, H. (2008) *Phénomènes, repères et indicateurs de l'embrasement*
En ligne : <http://hchicoine.wordpress.com/category/tpiincendie/>

MODE PYROLYTIQUE (combustion lente)

Si le feu croît en volume, on peut s'attendre que les fumées continueront de s'accumuler vers le bas dans l'aire enclouonnée, entraînant une augmentation de la température des produits de la combustion dont la chaleur radiante échauffera les objets combustibles en présence qui ne sont pas encore en ignition. Dans ce processus, le feu peut passer en mode pyrolytique² (il n'y a pas assez d'air de combustion pour brûler tous les produits de la combustion) : on assiste alors à une accumulation d'imbrûlés — vapeurs organiques, monoxyde de carbone, suie. Dans les deux cas (gaz accumulés dans la partie haute — gaz et imbrûlés dans toute l'aire volumétrique), les gaz en présence sont à une température largement suffisante pour carboniser ou pyrolyser les matières combustibles en présence.

CONDITIONNEMENT DE L'IGNITION

Avec la croissance du feu — ou sa durée — la température des gaz chauds en hauteur dans l'aire volumétrique tend à s'approcher de 480°C (896°F), intensifiant l'effet radiant sur les autres matériaux dont la température superficielle augmente de sorte qu'ils sont à leur tour entraînés dans le processus de distillation.

« Lorsque la température dans la partie supérieure de l'aire volumétrique atteint *plus ou moins 590°C (1094°F)*, les gaz distillés et la face inférieure des gaz accumulés s'allument »³ : c'est l'embrasement.

TEMPÉRATURE CRITIQUE POUR L'EMBRASEMENT

Il est difficile de prédire l'embrasement ou même toutes les conditions nécessaires pour que ce phénomène se produise au cours d'un essai ou d'un événement réel. On a néanmoins réussi à établir une donnée fondamentale : contrairement à ce que l'on croyait jusqu'au début des années 1990, *l'embrasement n'est pas fonction de la charge combustible totale dans l'aire volumétrique.*

² Incidence fréquente dans les bâtiments modernes, ventilés artificiellement ou rendus plus étanches pour l'économie d'énergie.

³ NFPA 921-2001, parag. 3.5.3.2



Chicoine, H. (2008) *Phénomènes, repères et indicateurs de l'embrassement*
En ligne : <http://hchicoine.wordpress.com/category/tpiincendie/>

Selon Babrauskas (1997) l'embrassement dans une aire enclouée peut se produire lorsque la température des gaz dans la partie supérieure de l'aire enclouée *dépasse une température moyenne de l'ordre de 600°C (1112°F)* alors que des zones en proie aux flammes (ex., au foyer de l'incendie) enregistrent simultanément des températures de l'ordre de 900°C (1652°F).

Ce qui a intéressé les chercheurs, c'est le *pic de température* le plus fréquemment rencontré dans les aires enclouées en proie aux flammes : cette *température de pointe* est régie par la disponibilité de l'air de combustion et les propriétés des matières elles-mêmes qui sont disponibles à la combustion. « On a trouvé que cette valeur serait *de l'ordre de 1200°C (2192°F)*, bien que les températures post-embrassement se situent le plus souvent autour de 900~1000°C (1652~1832°F). »⁴

MANIFESTATION DE L'EMBRASEMENT

Il semble scientifiquement convenu aujourd'hui⁵ que l'embrassement est une « phase de transition » dans le segment de la combustion en phase gazeuse d'un feu encloué. Dans l'aire volumétrique en proie au feu, *les surfaces exposées* (1) aux produits de la combustion surchauffés et (2) à la radiation *peuvent atteindre leur température d'auto-ignition et s'allumer plus ou moins simultanément* de sorte que *le feu occupe l'ensemble de l'espace volumétrique*.

INDICATEURS STATIQUES DE L'EMBRASEMENT

Dans ces circonstances, il est courant que le plancher ou ce qui recouvre le plancher brûle aussi, — ou carbonise, à l'exception bien souvent des aires protégées par des meubles ou d'autres objets reposant sur le plancher ; il est fréquent que le papier à la surface des cloisons de placoplâtre soit brûlé, et que les cadres des portes restées ouvertes soient carbonisées jusqu'au plancher.

⁴ BABRAUSKAS, V., *Temperatures in flames and fires*, 1997, <http://www.doctorfire.com/flametmp.html>,
accédé le 20 avril 2001

⁵ NFPA 921-2001, parag. 1.3.60



Chicoine, H. (2008) *Phénomènes, repères et indicateurs de l'embrasement*
En ligne : <http://hchicoine.wordpress.com/category/tpiincendie/>

INDICATEURS DYNAMIQUES DE L'EMBRASEMENT

L'embrasement est amorcé dans un éclair d'ignition à cause de la présence de gaz combustibles. Toutefois, les restrictions à la libre disponibilité de l'air à l'intérieur feront en sorte que *la plupart des produits de pyrolyse disponibles pour la combustion brûleront au contact de l'oxygène dans l'air à l'extérieur*⁶.

COMBUSTION SUPERFICIELLE

Conceptuellement, l'embrasement exprime le moment purement transitoire où l'incendie se manifeste par l'ignition en surface de tous les objets combustibles dans une aire volumétrique enclouonnée.

Le tableau en page suivante situe les températures associées à l'embrasement par rapport aux températures critiques pour les matériaux dans un environnement construit moderne.

⁶ NFPA 921-2001, parag. 3.5.3.2



Chicoine, H. (2008) *Phénomènes, repères et indicateurs de l'embrasement*

En ligne : <http://hchicoine.wordpress.com/category/tpiincendie/>

tungstène	6170 °F	
	4760 °F	Molybdène
chromium	3430 °F	
	3150 °F	Vanadium
titane pur	3100 °F	
	2820 - 3000 °F	alliages de titane
fer	2800 °F	
	2700 °F	acier inoxydable
nickel	2650 °F	
manganèse	2270 °F	
	2250 °F	glaçure porcelaine
pic température (Babrauskas)	2192 °F	temp. pointe (Babrauskas)
	1940 °F	fusion de l'or
argent	1760 °F	
	1675 °F	Bronze
temp. POST-EMBRASEMENT **	1652~1832°F	POST-EMBRASEMENT (Babrauskas)
	1400 - 1600 °F	amollissement du verre
alliages d'aluminium	1250 °F	alliages de magnésium
magnésium pur	1200 °F	tissus de fibre de verre
aluminium pur	1175 °F	panneau d'aluminium
	1165 - 1450 °F	soudure à l'argent
EMBRASEMENT (Babrauskas)	1112 °F (600°C)	EMBRASEMENT (Babrauskas)
EMBRASEMENT (NFPA 921)	1094 °F (590°C)	EMBRASEMENT (NFPA 921)
EMBRASEMENT GÉNÉRAL	932 °F (500°C)	EMBRASEMENT GÉNÉRAL ⁷
MODE PYROLYTIQUE	896°F (480°C)	MODE PYROLYTIQUE
eutectique d'aluminium	890 °F	
	850 °F	perte de rigidité aluminium
zinc	780 °F	
	625 °F	plomb
cadmium	610 °F	
	480 °F	nylon
sélénium	430 °F	
	275 °F	décomposition laine
délaminage des phénoliques	250 °F	
distorsion polystyrène	210 °F	distorsion méthyle méthacrylate
distorsion PVC	185 °F	
	130 °F	cire

«Points de fusion des matériaux d'aéronefs » WOOD, R. H. et SWEGINNIS; R.W. *AIRCRAFT ACCIDENT INVESTIGATION*, Endeavor Books, Casper WY, 1995, p.59

⁷ « Figure 3, Principales phases de la progression d'un incendie », *Orientations du ministre de la Sécurité publique en matière de sécurité incendie*, Québec, Mai 2001, ISBN 2-550-37687-0, p. 30.



Chicoine, H. (2008) *Phénomènes, repères et indicateurs de l'embrasement*

En ligne : <http://hchicoine.wordpress.com/category/tpiincendie/>

** Selon Babrauskas, la plage des températures post-embrasement — $1652\sim 1832^{\circ}F$ ($900\sim 1000^{\circ}C$) — se compare comme suit aux températures des flammes des matériaux organiques — chandelle $1400^{\circ}C$ (pic), méthane $1949^{\circ}C$ (adiabatique), propane $1977^{\circ}C$ (adiabatique).