

	<b>DOCUMENT FORMATEUR</b>	
Kit Pédagogique		Réf : KPED-FDOC-2.00
<i>Mini-Maison pour démonstration Phénomènes Thermiques – Ref : DP-MM-1</i>		

Avertissement .....	1
Introduction.....	2
Note aux Sapeurs-Pompiers Français : GNR EGE / EF.....	2
Avantages et inconvénients de la mini-maison .....	3
Les avantages .....	3
Les inconvénients .....	3
Boîte verticale ou horizontale.....	4
Photographie et film.....	4
Lien avec la réalité .....	4
Rapport de taille avec un être humain .....	4
Volume et dimensions.....	4
Débit du pulvérisateur .....	5
Le fichier PowerPoint.....	5
Commentaires .....	5
Impression pour les stagiaires.....	5
Outil du mode présentateur .....	5
Le scénario .....	5
Commentez et justifiez ! .....	5
Statistique.....	5
Déroulement élémentaire d'un brûlage .....	6
Tenue de protection .....	6
Hydratation et état de santé .....	6
Brûlure.....	6
Positionnement – Périmètre de sécurité.....	6
Chronologie d'une formation .....	7
Méthodes envisageables pour le déroulement .....	7
Autres phénomènes .....	8
High-Pressure-Backdraft / Backdraft Haute pression.....	8
Forced-draft .....	8
Natural Backdraft / Hot Rich Flashover / Backdraft « Naturel » .....	8
Smoke explosion / Explosion de fumée.....	9
Flash-Fire / Feu Flash.....	9
Bibliographie .....	10

## **Avertissement**

L'usage de la mini-maison n'est pas sans danger. Pour éviter tout accident, respectez scrupuleusement les indications que nous donnons, qui sont le résultat d'une expérience de plusieurs centaines de démonstrations. Cependant ce kit est fourni « tel quel », et son contenu ne saurait en aucun cas engager notre responsabilité de quelques façons que ce soit.

Le port de tenue de protection (cagoule, gant, casque, veste de feu etc...) est impératif. De même, il faut respecter une distance de sécurité d'environ 2m pour les stagiaires lorsque ceux-ci sont en tenue de feu complète et de 5m pour les autres observateurs. Même en tenue de feu complète, il ne faut jamais se placer devant l'ouverture principale lorsque la boîte semble éteinte.

En aucun cas la mini-maison ne doit servir à « faire peur » ou à tester les équipements et le personnel !

La distribution partielle de ce kit (par exemple uniquement le plan de montage) est **strictement interdite**. La fabrication et l'utilisation de la mini-maison sans connaissances des autres documents du kit (document formateur, scénario, etc...) peut mettre en péril la sécurité du formateur et des stagiaires.

***Restez prudents, formez en toute sécurité et sans faire peur !***

	<b>DOCUMENT FORMATEUR</b>	
Kit Pédagogique		Réf : KPED-FDOC-2.00
<i>Mini-Maison pour démonstration Phénomènes Thermiques – Ref : DP-MM-1</i>		

## Introduction

Ce document, destiné uniquement aux formateurs, indique comment réaliser des démonstrations sur les Progressions Rapides du Feu en utilisant une mini-maison. Il doit être utilisé conjointement aux autres documents du kit, dont la liste se trouve dans le document intitulé « Contenu du Kit ».

Ce document ne vous expliquera pas comment faire le cours théorique, pré requis indispensable à la démonstration.

Loin de nous l'idée de présenter cette boîte et ces explications comme LES solutions parfaites. Il est possible de faire des boîtes de dimensions ou de matières différentes, de présenter les phénomènes autrement etc...

Cependant, le formateur doit former, le mieux possible, en ayant la capacité de répéter les démonstrations, donc en évitant si possible les variations « parasites ». En respectant les dimensions de la boîte, les matériaux utilisés pour sa construction, le dosage du combustible et en suivant les scénarios, vous obtiendrez des phénomènes parfaitement décrits, explicables et répétables d'une formation à l'autre.

Malgré cela, les conditions météo, le positionnement du combustible etc... peuvent apporter des petites différences de fonctionnement. Il est donc conseillé de faire un ou deux essais (au minimum) avant de faire une démonstration dans le cadre d'une manœuvre ou d'une formation

Vous vous rendrez compte que malgré toutes les précautions et les indications données dans ce kit, la gestion du simulateur n'est pas toujours aisée et que la boîte ne fait pas toujours ce que vous attendez d'elle.

Ceci n'est pas un jeu ! C'est la démonstration de phénomènes, rapides, brutaux, qui tuent chaque année de nombreux sapeurs-pompiers. Ne l'oubliez pas !

### Important

*La réussite de la démonstration ne dépend pas des dimensions de la boîte, du combustible ou de la gestion de ce brûlage, mais de tout en même temps. En changeant par exemple les dimensions de la boîte, vous serez contraint de modifier le combustible et de changer l'enchaînement des actions, ce qui demandera un effort important. Il est préférable de conserver les éléments fournis et de porter vos efforts sur la compréhension des phénomènes et sur vos propres connaissances, plutôt que sur des essais de menuiserie.*

## Note aux Sapeurs-Pompiers Français : GNR EGE / EF

En Février 2003, le GNR intitulé « Explosion de fumées - Embrasement Généralisé Eclair » a été mis à disposition des sapeurs-pompiers Français. A la date de mise à disposition de la première version de ce kit Mini-Maison (Avril 2006), le GNR reste le seul document officiel sur ce sujet, pour les sapeurs-pompiers Français. Pour les autres pays Francophone, ce document n'a évidemment pas valeur légale.

Le kit mini-maison arrivant plus de 3 ans après le GNR et s'adressant à des formateurs, nous avons pris le parti de ne pas y traduire les termes et de décrire aussi bien les phénomènes classiques que les événements particuliers qui risquent de se produire et qu'il serait alors difficile de passer sous silence.

Dans le cadre d'une formation le formateur Français devra prendre en compte l'aspect officiel du GNR, mais également les qualités d'apprentissage de son auditoire. Il ne devra pas oublier que l'activité des sapeurs-pompiers, même si elle est, et doit être placée dans un cadre juridique, consiste ici à traiter d'événements qui réagissent en fonction de paramètres physico-chimique.

Se limiter à des explications simples permet de faire un cours simple et efficace. Mais il convient de rester humble et de savoir replacer l'apprentissage dans son contexte.

Ainsi, face à une mini-maison qui passerait naturellement du flashover au backdraft, alors que la porte reste ouverte, il serait délicat de marteler que le backdraft ne peut se produire QUE dans un espace clos, sous peine de perdre rapidement toute crédibilité.

	<b>DOCUMENT FORMATEUR</b>	
Kit Pédagogique		Réf : KPED-FDOC-2.00
<i>Mini-Maison pour démonstration Phénomènes Thermiques – Ref : DP-MM-1</i>		

Le formateur profitera au contraire de ce phénomène pour démontrer que si le milieu clos est effectivement un milieu propice, les événements peuvent s'avérer très complexes. Il incitera ainsi le personnel à une attention constante et une prudence accrue.

Face à un auditoire en attente d'informations, le formateur utilisera le document « Commentaire et justification » ainsi que les documents disponibles sur <http://www.flashover.fr> pour donner des explications plus précises et surtout, justifier pleinement celles-ci.

### **Avantages et inconvénients de la mini-maison**

La démonstration avec une mini-maison est un moment attendu par les stagiaires d'autant que dans la plupart des cas, la formation sur les phénomènes thermiques est essentiellement théorique. Cette fois, le feu va être visible, son évolution pourra être **comprise**.

Ce genre de simulation présente de nombreux avantages, mais aussi des inconvénients.

#### **Les avantages**

- Une mini-maison coûte moins de 10€ TTC (coût maximum constaté : environ 15 €) et il ne faut qu'une dizaine de minutes pour la fabriquer (ce coût est celui des planches, prédécoupées dans un magasin de bricolage)
- Les dimensions de la mini-maison permettent d'en préparer quelques-unes à l'avance ou du moins de stocker les planches prédécoupées.
- Les phénomènes sont presque tous observables, depuis l'éclosion du feu jusqu'au flashover, puis le backdraft avec ses différents modes de déclenchement, les signes d'évolution, la pyrolyse etc...
- Même s'il est assez important pour bien en ressentir la chaleur, le feu est suffisamment petit pour que la démonstration puisse se faire dans la cour d'un centre de secours.
- Pratiquement aucun danger. L'observation se fait à une distance qui évite tout accident.
- Faible dépendance de la météo
- Moyens hydrauliques limités. En mettant par exemple la boîte sur un parking, il devient pratiquement impossible d'avoir une propagation du feu. Les moyens hydrauliques nécessaires sont donc assez limités.
- La pollution est limitée, tant au niveau des fumées qui ne persistent pas, que des déchets, très faibles.

#### **Les inconvénients**

- Petite taille de la boîte. Il faut être proche pour voir les phénomènes, mais il faut néanmoins respecter une distance de sécurité. Dix à douze stagiaires constituent un maximum. Au-delà, il ne verront pas grand-chose.
- Le feu de « plafond ». Certains phénomènes se produisent au plafond de la boîte. Les stagiaires doivent être assez proches et en position basse pour les observer. Veillez cependant à respecter une distance de sécurité de 2m, dès que les phénomènes commencent à être observés.
- Le positionnement. Certains phénomènes demande de toucher la boîte, d'autres de se tenir face à elle, légèrement de biais ou de profil. Les stagiaires devront donc se déplacer assez fréquemment et rapidement car les phénomènes ne les attendront pas ! Attention, toucher la boîte ne se fait que par l'arrière de celle-ci sauf pour juger de la différence convection / rayonnement, mais ce test ne se fait qu'au tout début de la démonstration.
- Pas de démonstration en intérieur. Sauf à disposer d'un hangar avec une très grande hauteur de plafond, la démonstration devra se faire en extérieur à cause de chaleur dégagée vers le haut
- La fumée. Lorsque la boîte est en mode flashover, elle ne fume pas. Mais lorsque vous ouvrez la porte pour déclencher le backdraft, la fumée est importante.
- Impossibilité de ralentir la démonstration. C'est la particularité de toutes les démonstrations sur feux réels. Il faut IMPERATIVEMENT décrire ce qui va se passer avant de commencer la démonstration. Les détails à observer sont nombreux, se produisent rapidement et ne se répètent pas toujours. Les stagiaires doivent savoir ce qu'ils vont voir, quand et à quel endroit. Sans préparation, la démonstration ne servira pas à grand-chose.

	<b>DOCUMENT FORMATEUR</b>	
Kit Pédagogique		Réf : KPED-FDOC-2.00
<i>Mini-Maison pour démonstration Phénomènes Thermiques – Ref : DP-MM-1</i>		

- Des phénomènes parfois « étonnants ». Vous observerez parfois des phénomènes en désaccord avec certaines affirmations. Une bonne culture des phénomènes thermiques vous permettra de répondre aux questions qui ne manqueront pas de vous être posées.

D'un point de vue sécurité, la mini-maison présentée dans ce kit, possède un atout majeur : compte tenu de la forme de la boîte, le foyer n'est jamais face à l'ouvrant. Cela signifie que l'observation du foyer n'est possible qu'en se plaçant sur le côté de l'ouvrant et pas en face de celui-ci, ce qui évite de se trouver dans le cône d'expansion, en cas d'explosion.

### **Boîte verticale ou horizontale**

Cette nouvelle version du kit présente une variante quant à la construction de la boîte, qui peut être désormais être utilisée aussi bien verticalement qu'horizontalement. Les différences sont minimales : le scénario est identique, le document « commentaires » également. Le Power-Point est d'ailleurs inchangé puisqu'il décrit les phénomènes observables quelque soit la boîte.

La boîte verticale permet une meilleure concentration des fumées en partie supérieure et une bonne visualisation du « feu au plafond ». La boîte horizontale présente des proportions plus « réalistes » et permet de mieux voir les flammes s'étalant au plafond. Mais aucune n'est moins facile ou plus facile à gérer que l'autre et la prudence reste de rigueur dans les deux cas !

### **Photographie et film...**

Lors des formations de formateurs, le problème des stagiaires acceptant ou refusant d'être filmé est souvent posé. Mais l'hypothèse inverse n'est pas envisagée, c'est-à-dire le stagiaire qui va photographier ou filmer le formateur... Dans le cas de la démonstration sur mini-maison, c'est pourtant une chose qu'il faudra envisager. Faites l'effort vous-même : proposez aux stagiaires d'apporter leurs appareils photos et laissez-vous photographier et filmer. En fin de stage, il sera toujours possible de récupérer les films et photo et de compléter ainsi vos documents pédagogiques ou d'enrichir la photothèque du site <http://www.flashover.fr>

### **Lien avec la réalité**

La boîte permet de démontrer l'ensemble des phénomènes et leurs dangers. Mais sa petite taille peut la faire passer pour un « gadget ». Il est donc intéressant de faire le parallèle entre la boîte et la réalité.

#### **Rapport de taille avec un être humain**

Les documents nommés sp\_vertical.pdf et sp\_horizontal.pdf contiennent chacun une photo avec un sapeur-pompier debout et devant lui un sapeur-pompier à genou. Imprimez ce document sur une feuille de bristol et collez-la sur la façade, à côté de la porte.

Cela permettra de voir les flammes et la fumée à hauteur de la tête de « petit pompier », de voir ses jambes souffrir du manque de sur-pantalon. Au début, avant que les flammes ne commencent à apparaître, « petit pompier » fait toujours sourire... Par la suite, lorsque les flammes commencent à sortir violemment du local, le « petit pompier » permet de se rendre compte des dimensions du foyer et de la puissance thermique à laquelle nous risquons d'être confronté dans la réalité.

#### **Volume et dimensions**

En imaginant que l'ouvrant fasse 2m de haut, sachant que la boîte a un ouvrant de 25cm, le rapport de taille est donc de  $200 / 25 = 8$

La boîte en position verticale fait donc (en changeant l'échelle), 4m de large, 3m de profondeur, sur 4,80m de haut. C'est une pièce avec une petite mezzanine, un garage avec petit grenier, un atelier assez haut etc...

Quant à la boîte en position horizontale, elle correspond à un local de 3m de hauteur de plafond, de 4m de profondeur et 4,80m de large.

Son volume est approximativement de 0,105m<sup>3</sup>. Les phénomènes étant « volumiques » il est simple d'imaginer l'effet pour une pièce de 4m x 4m et de 2,40 de plafond, qui a donc un volume de 38,4 m<sup>3</sup> soit 365 fois la petite boîte.

	<b>DOCUMENT FORMATEUR</b>	
Kit Pédagogique		Réf : KPED-FDOC-2.00
<i>Mini-Maison pour démonstration Phénomènes Thermiques – Ref : DP-MM-1</i>		

### **Débit du pulvérisateur**

Si vous utilisez un pulvérisateur de jardin, cherchez à en connaître le débit. Pesez le une fois rempli, pulvérisez pendant 1 minute puis repesez le pulvérisateur (rappel : 1 litre d'eau = 1 kg). Vous aurez ainsi une idée du débit par minute. En extrapolant le débit de votre pulvérisateur avec le volume du local, vous obtiendrez une information permettant de classer votre pulvérisateur par rapport au débit d'une lance.

*Intéressant: un bon pulvérisateur de jardin débite au mieux 0,5L par minute. Une fois la boîte en flashover, un tel pulvérisateur est incapable de lutter, car son débit est insuffisant. Sachant qu'un local de 4 x 4 x 2,40 aura un volume 365 supérieur à celui de la boîte et que nous sommes ici face à un feu de volume, nous en déduisons qu'un débit 365 fois supérieur aurait le même effet que celui du pulvérisateur face à la boîte, c'est-à-dire un effet nul. Or 365 x 0,5L donne 182,5 lpm. Cela justifie le fait d'avoir des lances aptes à débiter 500 lpm, ce qui permettra de réagir en cas de problème (flashover). Le document jet-Débit-Action, disponible sur le site [flashover.fr](http://flashover.fr) donnera des indications quant aux méthodes à utiliser pour la progression et l'attaque.*

### **Le fichier PowerPoint**

Le PowerPoint récapitule globalement l'ensemble des événements observés. Utilisez le après la démonstration, en laissant les stagiaires expliquer ce qu'ils ont vu (voir plus bas, le paragraphe « Déroulement élémentaire d'un brûlage »). Les schémas présentés sur le PowerPoint représentent la boîte en position verticale. Mais le déroulement du brûlage étant le même avec les boîte horizontale, le PowerPoint est utilisable, quelque soit l'orientation que vous avez choisi pour la boîte.

### **Commentaires**

Pour vous aider durant la présentation, toutes les diapositives du PowerPoint contiennent des commentaires. Imprimez le PowerPoint en précisant que vous désirez voir ces commentaires : Ceux-ci vous indiquent précisément ce qu'il est possible de dire sur les diapositives et le moment où vous pouvez cliquer, soit pour faire apparaître des éléments, soit pour changer de diapositive.

### **Impression pour les stagiaires**

Durant une présentation, l'idéal est de laisser les stagiaires prendre des notes afin qu'ils puissent vous poser des questions après la présentation, pour ne pas interrompre le cours de celle-ci. Pour cela, imprimez le PowerPoint en demandant 3 diapositives par page. Vous aurez ainsi sur la partie gauche, 3 diapositives et sur la droite des zones pour écrire. Il vous suffit d'en photocopier autant d'exemplaires que de stagiaires.

### **Outil du mode présentateur**

Certaines versions de PowerPoint proposent une option nommée « Outil du mode présentateur » qui vous permet de voir la diapositive, mais également les commentaires, le temps écoulé, et les autres diapositives. Idéal pour se familiariser avec la présentation.

### **Le scénario**

Le document « Scénario » comporte une liste d'actions que vous pouvez réaliser avec la mini-maison. Pour chaque action, le document précise ce qui est observable, et pourquoi. Ce document doit être associé au document « Commentaires et Justifications ».

### **Commentez et justifiez !**

Comme en secourisme, une formation incendie de qualité, doit être réalisée en commentant et en justifiant. Pour cela, déroulez la démonstration en suivant le document « Scénario » et aidez vous du document « Commentaires et Justification » pour expliquer les différents phénomènes.

### **Statistique**

Afin de permettre une analyse des phénomènes en fonction du vent, de la température etc... nous vous fournissons un document nommé statistique.pdf A chaque démonstration, remplissez-en un

	<b>DOCUMENT FORMATEUR</b>	
Kit Pédagogique		Réf : KPED-FDOC-2.00
<i>Mini-Maison pour démonstration Phénomènes Thermiques – Ref : DP-MM-1</i>		

exemplaire. De temps à autre, venez sur le site <http://www.flashover.fr> et remplissez la base de données avec vos informations de brûlage. Ceci nous permettra d'obtenir des statistiques, accessibles à tous et nous permettant d'améliorer nos connaissances

## Déroulement élémentaire d'un brûlage

L'aspect matériel (construction de la boîte, choix du support, les accessoires, le combustible etc...) est traité dans le document « Matériel ».

### Tenue de protection

Les stagiaires et les formateurs doivent être en tenue de feu complète (sauf ARI). La veste de feu, la cagoule et les gants sont obligatoires. Le casque et le sur-pantalon sont fortement conseillés.

#### **Pourquoi le casque ?**

*Outre le fait que le casque fait partie de la tenue de feu et que le mettre doit être une habitude, il a aussi l'avantage d'avoir des visières. Lorsque l'on s'approche, il est toujours plus prudent de baisser la protection oculaire (projection de braises). Il est également possible de montrer aux stagiaires que le masque facial assure une bonne protection contre la puissance thermique d'un feu, sans pour cela les faire avancer. Vous constaterez que tout en respectant la distance de sécurité de 2m, la protection par le masque facial est perceptible.*

### Hydratation et état de santé

La démonstration se fait en plein air et l'impact thermique est minime. Cependant, si vous réalisez la démonstration en été, vos stagiaires resteront en plein soleil une bonne demi-heure. Avoir quelques bouteilles d'eau est toujours agréable, et doit devenir une habitude lorsque nous sommes mis en présence du feu. A noter qu'un début de mal de tête est déjà le signe d'une déshydratation.

### Brûlure

Le respect de la distance de sécurité (voir plus bas) et les tenues de protection doivent permettre d'éviter les brûlures. Cependant, la présence de bouteilles d'eau ou d'un moyen hydraulique doit permettre l'arrosage d'une éventuelle brûlure. Prévoir un « kit brûlure » peut également être une bonne idée.

### Positionnement – Périmètre de sécurité

En fin de démonstration, la boîte s'écroule. Il faut donc éviter de faire la démonstration sur une surface goudronnée, au risque de détériorer celle-ci.

Le périmètre de sécurité est calculé d'après l'ampleur thermique produit par la boîte en mode flashover et aussi d'après le souffle de l'explosion, en mode backdraft.

Pour du personnel en tenue de feu complète :

- Distance de sécurité de 2m
- Interdiction de se mettre face à la porte de la mini-maison (ceci étant valable également pour le formateur !)
- Possibilité de se mettre à genou, accroupis ou assis, tout en conservant cette distance
- Possibilité de s'approcher de la boîte pour la toucher (ressentir l'élévation de température) mais seulement à la demande du formateur et sans passer devant la porte de la boîte.

Pour du personnel sans tenue de feu ou tenue de feu incomplète

- Distance de sécurité de 5m
- Interdiction formel de s'approcher à une distance plus faible.

Même si cet exercice ne concerne qu'un petit volume, vous vous rendrez compte que l'ampleur du feu est impressionnante. Au-delà de l'intérêt pédagogique (voir qu'un feu de local produit une puissance thermique importante), ceci doit inciter à prendre plusieurs précautions:

- Travail en plein air
- Eloignement de toute façade, véhicule, champs, etc...

<http://www.flashover.fr> - Mieux comprendre pour mieux lutter

	<b>DOCUMENT FORMATEUR</b>	
Kit Pédagogique		Réf : KPED-FDOC-2.00
<i>Mini-Maison pour démonstration Phénomènes Thermiques – Ref : DP-MM-1</i>		

- Se méfier du vent. S'il se lève rapidement, écoutez la démonstration.
- Prévenir les risques de propagation (moyens hydrauliques)
- Respecter la distance de sécurité
- Tout le monde doit être équipé de tenue de feu !

Les stagiaires doivent être une douzaine, au grand maximum. Ils devront se déplacer suivant les phénomènes à observer. Le document « Scénario », qui décrit le déroulement complet d'une démonstration, indique les positions des stagiaires.

**Attention :** au début du brûlage, les stagiaires pourront toucher l'intérieur de la boîte afin de distinguer la différence entre le rayonnement et la convection. Cette opération ne peut se faire que dans les toutes premières minutes du brûlage. Par la suite, toucher la boîte ne pourra se faire que sur les côtés ou l'arrière de celle-ci. Lorsqu'ils se tiennent face à la boîte, les stagiaires doivent en être à environ 2 m minimum. Les phénomènes sont parfois violents, pas toujours prévisibles mais toujours dangereux. La mini-maison est un outil qui ne doit **jamais** servir à faire peur et qui ne doit **jamais** servir à démontrer la qualité des équipements de protection.

Même durant la préparation de vos formations ou lors de vos essais, veillez à ne jamais être seul lorsque vous réalisez un brûlage. Un accident est toujours possible ! Prévoyez des moyens hydrauliques (au moins un tuyau d'arrosage) et respectez les mêmes règles que pour une démonstration avec stagiaires (sécurité, gestion de l'emplacement etc...)

### **Chronologie d'une formation**

- Préparez une boîte en veillant à ce que la porte soit bien celle de la boîte choisie (repérez-vous au numéro. Voir doc « Matériel » pour la construction)
- Préparez les accessoires (détails dans le doc « Matériel »)
- Positionnez la boîte sur le support et orientez-la de manière à ce que l'ouverture soit assez protégée du vent
- Matérialisez la zone de sécurité
- Positionnez vos stagiaires, et vérifiez leur équipement de protection
- Lisez les consignes de sécurité (cf. doc check-list sécurité)
- Présentez la boîte aux stagiaires et indiquez sommairement ce qui va être vu. Idéalement, noter sur un paper-board la suite des points qui vont être observés: cela vous permet de ne pas en oublier et cela permet ensuite de relancer la discussion en se remémorant les étapes.
- Ouvrez les deux aérations
- Positionnez le combustible en forme de pyramide, dans le coin au fond à droite
- Allumez le papier journal qui doit dépasser légèrement de la base de la pyramide de combustible

Suivez ensuite le déroulement en utilisant le document "Scénario" correspondant à la démonstration choisie.

### **Méthodes envisageables pour le déroulement**

Trois méthodes sont envisageables pour le déroulement d'une démonstration.

- La première est idéale pour commencer vos formations. Elles consistent à suivre le déroulement du document scénario, en indiquant aux stagiaires ce qu'ils doivent observer, mais sans faire de commentaire ni de justification. Par exemple « *Maintenant je referme la porte. Regardez les fumées. Vous voyez leur couleur ? regardez également par où elles sortent* ». Les stagiaires vont donc observer, mémoriser l'ensemble des phénomènes, mais ne vont pas avoir d'explications. De votre côté, vous aurez le temps de manipuler la boîte alors que la manipuler et commenter en même temps est assez difficile. Une fois le brûlage entièrement terminé, il vous suffira de prendre le Power-Point et de le suivre car il décrit tout le brûlage. Vos stagiaires pourront ainsi comprendre tout le déroulement. Cette solution est certainement la plus efficace. Si vous ne pouvez pas utiliser le Power-Point, imprimez les feuilles et recopiez les dessins sur un paper board ou au tableau.

<http://www.flashover.fr> - Mieux comprendre pour mieux lutter

	<b>DOCUMENT FORMATEUR</b>	
Kit Pédagogique		Réf : KPED-FDOC-2.00
<i>Mini-Maison pour démonstration Phénomènes Thermiques – Ref : DP-MM-1</i>		

- La seconde solution consiste à avoir un aide qui va lire les commentaires pendant que vous allez faire les manipulations. Cette solution est plus rapide que la première puisque tout est commenté durant le brûlage. Mais pédagogiquement, c'est assez discutable car les stagiaires doivent observer et en même temps écouter les explications, ce qui s'avère assez difficile.
- La troisième solution demande une grande maîtrise de la boîte et des stagiaires déjà au courant des phénomènes. Là, le brûlage est plus l'occasion d'une discussion. Cette solution n'est pas envisageable si vos stagiaires en sont à leur premier brûlage et vous seulement à votre 2ème ou 3ème.

En tout cas, une fois la démonstration terminée, utilisez le document PowerPoint pour laisser les stagiaires reformuler leurs observations, tout en vous donnant l'occasion d'approfondir les explications, qu'ils n'est pas toujours aisé de donner lors de la démonstration, faute de temps. N'oubliez pas que le feu progresse : l'étude des feux de locaux, ce n'est pas l'étude d'un feu dans sa phase stable, mais celle d'un feu en pleine évolution.

## Autres phénomènes

Il existe d'autres phénomènes, différents des flashovers ou des backdrafts « classiques ». Certains n'en sont que des variantes, d'autres sont des phénomènes totalement différents, quoique tout aussi dangereux. Les descriptifs que vous trouverez ci-après sont volontairement succincts : des références de documents plus précis sont indiquées en « Bibliographie ».

### **High-Pressure-Backdraft / Backdraft Haute pression**

Backdraft qui se produit dans un local avec une ouverture (généralement une fenêtre) contre laquelle souffle un vent assez violent. Surplus de comburant donc possibilité pour le feu de rester violent, mais en même temps, fort déséquilibre de la situation car l'extraction des gaz est difficile. A l'ouverture d'une porte ou d'une autre fenêtre (ou même, à l'arrachement de celle-ci), le local va chercher à trouver son équilibre, au travers d'une explosion extrêmement violente. Pour réaliser un tel phénomène sur le simulateur, il faut qu'il y ait beaucoup de vent. Ouvrir la petite ouverture de façade et laisser le vent s'engouffrer dedans, puis ouvrir la porte. Extrêmement difficile à reproduire. En Juillet 1990, les sapeurs-pompiers de New-York ont été confrontés à ce phénomène au 51ème étage de l'Empire State Building, face à un feu pour lequel il a été estimé qu'une seule lance pouvait initialement suffire. Lorsqu'une des fenêtres a cédé, un phénomène explosif a eu lieu puis une propagation telle que l'incendie n'a pu être éteint qu'avec l'aide de 34 unités de sapeurs-pompiers (175 hommes) engagés durant 4 heures.

### **Forced-draft**

Variante du HP Backdraft, le forced-draft est un backdraft qui se produit dans un local sur-ventilé par un ouvrant sur lequel souffle le vent. L'ouverture d'une porte à l'opposé de cet ouvrant va provoquer une très forte explosion, qui va avoir la particularité de déboucher sur une inflammation pouvant durer plusieurs minutes. En septembre 2004, c'est sans doute un tel phénomène qui s'est produit à Neuilly-sur-Seine et qui a causé la mort de 5 membres de la Brigade des Sapeurs-Pompiers de Paris [10].

### **Natural Backdraft / Hot Rich Flashover / Backdraft « Naturel »**

Sans doute le plus surprenant de tous. C'est un backdraft qui se met en place, tout seul, dans un local ouvert. Il se produit généralement par temps froid, avec un peu de vent et un local dans lequel le foyer est constitué d'une petite quantité de combustible, mais avec un fort pouvoir calorifique. Le feu produit une grande quantité de gaz chauds et la pression monte dans le local. A un certain moment, la combustion de ces gaz demande plus de comburant que l'ouverture ne peut en amener. Au niveau du foyer, les flammes commencent alors à disparaître, pour ne plus être présentes qu'en sortie du local. A un certain moment, le front de flamme n'est donc plus qu'une sorte d'interface entre un local qui génère des gaz trop chargés en combustible pour brûler, et l'extérieur, excellent fournisseur de comburant (zone dite « de fragilité »).

Lorsque le front de flamme se trouve presque en dehors du foyer (ou même complètement en dehors), il est sensible au vent. Il peut alors être détruit et laisser le local sans flamme, recevoir l'air



	<b>DOCUMENT FORMATEUR</b>	
Kit Pédagogique		Réf : KPED-FDOC-2.00
<i>Mini-Maison pour démonstration Phénomènes Thermiques – Ref : DP-MM-1</i>		

frais. Le courant de convection, qui avait été interrompu par la disparition des flammes, va refaire son apparition, pour déboucher sur une explosion.

Ce phénomène s'observe assez facilement lorsqu'il y a du vent. Pour l'empêcher, il faut tourner la boîte et rajouter du combustible (grosses bûchettes) pour garder un foyer « consistant » [7].

### **Smoke explosion / Explosion de fumée**

Malgré la traduction de ce terme, ce phénomène n'a rien à voir avec le backdraft. Il fait partie d'une autre famille, les FGI (Fire Gaz Ignition, ou inflammation des gaz issus de la combustion). Dans le cas du backdraft, le local est initialement le siège d'un feu vif, avec présence de courant de convection. Pour une raison quelconque, la combustion devient déséquilibrée, le courant de convection est donc perturbé ou même supprimé. Une action d'ouverture (en règle générale une porte ou une fenêtre) viendra permettre le rééquilibrage rapide de la situation (Principe de Le Chatelier).

Dans le cadre de la smoke-explosion, le local est rempli de gaz combustible mais aussi de comburant et c'est un apport d'énergie extérieure qui va déclencher l'explosion.

Exemple : imaginez que le local en feu, soit au RdC et qu'il y ait, à l'étage, un autre local avec de la moquette au sol. La chaleur intense produite au RdC va chauffer le plafond et donc par conduction le plancher du 1<sup>er</sup> étage. La moquette va pyrolyser. Les gaz ainsi produits, pas forcément très chauds, sont hautement inflammables et sont placés dans un milieu oxygéné. Il suffit d'un apport d'énergie alors que le mélange gaz de pyrolyse / air est placé entre la LIE et la LSE, pour que la mise à feu du mélange ait lieu. La situation pourrait être comparée à celle d'une fuite de gaz : il y a du combustible, du comburant, mais pas d'énergie. L'apport de cette énergie pourra se faire de multiple façon : effondrement du plafond soit pendant le feu, soit lors du déblai, arc électrique lors de la remise en marche d'appareils qui vont redémarrer à l'étage lorsque le courant sera remis, sapeur-pompier montant à l'étage avec des appareils non conformes à la norme ATEX etc... Lorsque la concentration de fumée est importante et que celle-ci se trouve dans un lieu relativement hermétique, cet apport d'énergie déclenchera une explosion des fumées c'est-à-dire une « smoke-explosion ». Lorsque l'inflammation de ces fumées n'est pas explosive, on parle de flash-fire (feu éclair ou feu flash) [12].

Hormis la présence de fumées blanches, parfois peu visibles, il n'y pas de signe précurseur : pas forcément de chaleur, pas de surpression donc pas fumées pulsantes etc ...

Attention, la fumée blanche est souvent assimilée à de la vapeur d'eau, surtout durant les déblais .

Démontrer ce phénomène sur la mini-maison est assez complexe. Il faudrait par exemple un second volume, posé sur le premier [8].

### **Flash-Fire / Feu Flash**

Second phénomène à faire partie de la famille des FGI. Le flash-fire c'est l'inflammation des gaz, sans explosion. Ces gaz peuvent être accumulés dans un couloir, soit suite à une fissure dans le mur du local en feu, soit par échauffement des matériaux (donc pyrolyse) au travers du mur etc... La présence de fumée est donc toujours un signe de danger et la mini-maison incite à s'en méfier, lorsque l'on voit par exemple l'auto-inflammation des gaz, à des distances parfois assez éloignées.

	<b>DOCUMENT FORMATEUR</b>	
Kit Pédagogique		Réf : KPED-FDOC-2.00
<i>Mini-Maison pour démonstration Phénomènes Thermiques – Ref : DP-MM-1</i>		

## Bibliographie

Ce kit étant disponible sur le site [flashover.fr](http://flashover.fr), vous pourrez également y trouver tout un ensemble de documents qui vous permettront d'approfondir votre compréhension de ces phénomènes, du plus simple au plus étonnant. Les paragraphes de ce document et du document « Commentaires et Justifications » font références (entre autres) aux documents suivants :

- [1] – « Les fumées » David Cuttelod
- [2] - « Feu dans un hôtel rural » Anthony Toulze – PL Lamballais
- [3] – « La pyrolyse, la convection et les phénomènes thermiques » Franck Gaviot-Blanc
- [4] - « Anatomie d'un backdraft » PL Lamballais
- [5] - « Backdraft de l'Eglise St John – Illinois » article sur le backdraft de février 2004
- [6] - « Influence du froid sur les phénomènes thermiques ». PL Lamballais – F. Gaviot-Blanc
- [7] - « Backdraft ouvert ou naturel ». PL Lamballais
- [8] - « Fumées blanches, dangers ! » Article sur le décès de B. Faust et A. Meere (Londres 07/2004)
- [9] - « La Combustion des fumées » Ed. Hartin, traduction Franck Gaviot-Blanc
- [10] - « 3D Fire-Fighting » Paul Grimwood (page 14 - « Paris high-pressure backdraft »)
- [11] - « Attaque 3D pour feu 3D ». Article [flashover.fr](http://flashover.fr) – 2004
- [12] - « Jet – Débit - Action ». PL Lamballais - [flashover.fr](http://flashover.fr) – 2006

*Fin du document formateur.*