

	DESCRIPTIF DES SCENARIOS	
Kit Pédagogique		Réf : KPED-SCN-2.00
Mini-Maison pour démonstration Phénomènes Thermiques – Ref : DP-MM-1		

## SCENARIO GENERAL

Liste des actions pouvant être menées dans le cadre d'une démonstration sur mini-maison. Cette liste correspond à une démonstration « générale » qui va permettre de visualiser l'ensemble des phénomènes. Le formateur devra au préalable choisir les actions à mener car certaines engendrent des attentes, laissant le feu poursuivre son action et empêchant le déroulement normal de certaines autres actions.

Important : Les notes C&J renvoient au document « Commentaires et Justifications ». Le chiffre (exemple C&J-12) indique le numéro du paragraphe de référence de ce document.

Nom	Commentaire	Justification	Remarques
Allumage	Allumage de la boîte. Papier journal + cagette et bûchette (voir doc Matériel)	Fumées dès le départ, petites flammes tremblotantes avant de prendre de l'assurance. Elles doivent « chauffer » le combustible (séchage) avant de pouvoir prendre de l'ampleur.	Attention au vent, ne pas oublier d'ouvrir l'aération haute et l'aération basse. Noter l'heure au feutre sur la boîte.
Importante fumées	Des fumées blanches assez légères apparaissent dès l'allumage	La forme de la pyramide de combustible fait que les flammes chauffent tout cet ensemble. Les premières fumées sont le résultat de l'évaporation de l'eau contenue dans le combustible, puis nous voyons apparaître des gaz (C&J-1)	Indiquer les volumes possibles et extrapoler sur un local « réel ». Les apprenants vont se déplacer d'eux-mêmes. (C&J-2)
Sortie des fumées	Même présentes en quantité importante, les fumées sont sensibles au vent	Les fumées sont chaudes, donc légères. Leur mouvement peut être très rapide. En intervention, il faut mettre l'ARI avant de les subir.	Se placer pour ne pas subir les fumées.
Couleur des fumées	Discerner les couleurs donc à terme les changements de couleurs des fumées.	Les fumées sont assez légères et colorées. Généralement un peu grises.	Placer les apprenants sur le côté de la boîte pour regarder l'ouverture de profil.
Disparition des fumées	Le feu se met en place, les fumées disparaissent	La pyramide combustible a été chauffée, et produit des gaz qui sont désormais assez chauds pour tous brûler. Ces gaz étant « visibles » sous forme de fumées, celles-ci brûlent et on ne les voit plus.	
Forme des flammes	Au fur et à mesure de l'évolution du feu, les flammes vont changer de forme. Elles sont désormais longues et dentelées	Au départ, elles étaient arrondies et tremblotantes car le combustible n'émettait pas assez de gaz. Maintenant, le courant de convection est en place et participe à l'allongement des flammes, dont l'extrémité est agitée et dentelée (C&J - 3)	Se mettre de profil, à genou, pour voir dans la boîte. Arroser un peu dans la boîte, à gauche (donc loin du foyer). En s'évaporant cette eau montrera le courant de convection

	DESCRIPTIF DES SCENARIOS	
Kit Pédagogique		Réf : KPED-SCN-2.00
Mini-Maison pour démonstration Phénomènes Thermiques – Ref : DP-MM-1		

Couleur des flammes	La couleur des flammes renseigne sur leur oxygénation. Il faut surveiller les changements de couleurs !	Jaune = plus d'oxygène que nécessaire, orange = un peu moins, rouge = plus assez. Le bas des flammes est jaune, le haut orangé car plus on monte et moins il y a d'oxygène (C&J - 4)	Observation du foyer et du plafond de la boîte
Rayonnement et convection	La chaleur est émise à 35% par rayonnement (en périphérie) et 65 par convection donc « dans le panache » (C&J-5)	Détecter la différence entre rayonnement et convection. Mettre la main dans la boîte, puis au niveau de l'aération haute pour sentir la différence de température.	Expérience sans gants. Le formateur la réalise en premier. Ne pas boucher l'aération haute avec la main ! Environ 4 à 5 min après allumage.
Quantité des fumées	Les fumées redeviennent présentes de temps à autre	La quantité de fumée varie avec le vent. Lorsque celui-ci abat un peu les flammes, les gaz de pyrolyse peuvent se dégager un peu librement.	Replacer les apprenants face à la boîte.
Taille des flammes	Augmentation de la colonne de feu.	Le feu est désormais sous la forme d'une colonne de flammes, qui frappe le plafond.	A genou, penché pour voir le plafond de la boîte.
Fermeture de l'aération haute	En fermant, nous allons stocker la chaleur en partie supérieure de la boîte.	La majeure partie de la chaleur partant par la convection, celle-ci étant bloquée par le plafond, il va y avoir montée rapide en température	Noter l'heure. Normalement, nous devons être à environ 8 - 9 minutes du début du brûlage.
Intensification thermique	Augmentation de température, surtout en partie supérieure.	Mettre la main dans la boîte, en bas, puis la remonter vers le haut, pour remarquer qu'elle est froide en bas, et chaude en haut, même dans les parties éloignées du foyer. Dans un feu de local, c'est le plafond qui représentera le danger.	Test sans gants car à ce stade la boîte n'est pas encore brûlante. (C&J-6)
Montée en température	Quelques instants après la fermeture des ouvrants, nous voyons les fumées réapparaître.	Le feu est toujours aussi bien ventilé, mais la hauteur de flammes devient incompatible avec la hauteur de plafond (C&J - 7)	
Couleur des fumées	Les fumées deviennent plus foncées (C&J - 18).	Les fumées sont de plus en plus chargées de résidus combustibles. Des zones plus sombres vont apparaître dans les fumées.	Les apprenant doivent de mettre profils
Inflammation des fumées	Les fumées prennent feu en sortie du local	Les fumées, très chaudes, se ré-oxygènent en sortie et s'enflamment. (C&J - 8)	Apprenants de profil, pour voir les petites flammes.
Roll-over	Rouleaux de flammes au plafond	La colonne de flammes s'étale au plafond et les rouleaux apparaissent (C&J - 9)	Très furtif. Attention, peut-être observé avant l'observation précédente. Apprenants regardant au plafond de la boîte.
Flame-over (flammes dites « de surface »)	Flammes courant au sol et sur les murs.	Les parois, surchauffées, émettent des gaz qui prennent feu à leur tour. (C&J – 10)	Face à la porte. Peuvent être observés beaucoup plus tôt, mais sur des zones proches du foyer.

	DESCRIPTIF DES SCENARIOS	
Kit Pédagogique		Réf : KPED-SCN-2.00
Mini-Maison pour démonstration Phénomènes Thermiques – Ref : DP-MM-1		

Ventilation par la porte	Changement dans le mode de « respiration » du feu	Le feu ne peut plus extraire les gaz par le haut de la porte tout en aspirant par le bas. Il passe donc dans un régime d'alternance (C&J - 11)	Très bon signe de l'intensification du régime.
Flashover	Les flammes occupent tout le volume. C'est un feu « 3D » (C&J - 17)	Ce sont les gaz qui brûlent. Le volume est intégralement rempli par une seule grande flamme.	Apprenants devant à la porte.
Vélocité et couleur des flammes	Différence de vélocité entre l'intérieur et l'extérieur.	Dans le local, les flammes sont calmes car tout le local est en équilibre thermique. En sortant, elles rencontrent l'air frais et génèrent des turbulences. (Principe de Le Chatelier et C&J - 4)	Forte intensité thermique sur la façade. Insistez sur cette notion d'équilibre du triangle du feu.
Calmer le feu	Ferme un peu la porte, fermer éventuellement l'aération basse.	Le feu se remet à fumer fortement, mais on laisse les flammes en place.	Permet de gagner un peu de temps et montre l'impact de la ventilation
Backdraft (fermeture partielle de la porte)	Backdraft. Ouvrir la porte, attendre puis refermer (3 secondes, pas plus) en laissant passer un peu d'air, puis ouvrir.	Fumées chargées, elles sortent par le haut tandis que le feu aspire par le bas. L'explosion arrive généralement au bout d'une dizaine de secondes (Attention, cela peut paraître long !)	Si l'explosion ne se produit pas, ne pas se mettre en face de l'ouvrant, ouvrir l'aération de façade et souffler (pas à la bouche !). Ne pas fermer trop longtemps surtout s'il fait froid, car la boîte n'est pas encore très chaude. <b>Truc et astuce</b> : vous pouvez laisser l'aération basse ouverte pour ce premier backdraft, ce qui augmentera les chances qu'il se produise.
Backdraft (fermeture complète de la porte)	Backdraft. Fermer totalement la porte 5 secondes.	Comme précédemment. (C&J - 13)	Comme précédemment. <b>Truc et astuce</b> : afin de bien démontrer que les fumées de pyrolyse sont blanche, placez un bloc de mousse dans la boîte. Celle-ci va fumer blanc, puis prendre feu. Des fumées noires vont alors sortir. Fermez la boîte et attendez. Les fumées qui vont sortir seront blanches !
Fumées pulsantes	Fumées sortant et entrant. Ouvrir un tout petit peu l'aération basse, fermer la porte en laissant une toute petite ouverture.	Les fumées sortent et rentrent cycliquement. Le feu éjecte les fumées, puis ré-aspire de l'air. Les ouvertures sont trop faibles pour qu'il puisse faire les deux en même temps. (C&J - 12)	Signe d'une activité intense dans le local. Signe de backdraft potentiel. Assez difficile à reproduire.

	DESCRIPTIF DES SCENARIOS	
Kit Pédagogique		Réf : KPED-SCN-2.00
Mini-Maison pour démonstration Phénomènes Thermiques – Ref : DP-MM-1		

Backdraft « raté »	Fermeture complète et très prolongée de la porte (environ 20 à 30 secondes)	Le feu s'éteint complètement. A la réouverture, le temps nécessaire pour permettre aux braises pour refaire des flammes, est trop long et permet au mélange combustible+comburant de redescendre sous la LII (C&J - 13)	Penser éventuellement à souffler (ventilateur) pour refaire partir le feu car celui-ci peut être quasiment mort.
La surpression	Observation de la poussée des fumées	La surpression dans le local est très visible avec les « jets » de fumées qui sortent par tous les endroits possibles. On note aussi qu'au départ les fumées sortent par le haut de la porte, puis que leur niveau descend. A la fin elles sortent par le bas et sont blanches (pyrolyse).	A faire durant la fermeture prolongée de la porte dans le backdraft « raté ». Permet également de montrer que la boîte est déformée (fuites)
Les fumées blanches	Observation de la couleur des fumées	Le feu, éteint, ne produit plus de flamme. La combustion passe alors en pyrolyse et les fumées de pyrolyse sont blanches (C&J-14)	A faire durant la fermeture prolongée de la porte dans le backdraft « raté ».
Braises vs flammes	Observation des braises après l'ouverture de la porte pour le « backdraft raté ».	Le mélange redescend vers le point stœchiométrique, et les braises sont rougeoyantes. Mais cela ne déclenche pas l'explosion (C&J-13) Lorsque les flammes reviennent, le mélange est trop pauvre.	Ne pas rester en face de l'ouvrant : un simple coup de vent peut permettre aux braises de régénérer des flammes et déclencher l'explosion.
Température des fumées	Mettre un papier journal dans les fumées de l'exutoire supérieur.	Les fumées sont devenues très chaudes : le journal va brunir, puis prendre feu.	Laisser le feu repartir avant de faire cet essai. Eventuellement, le faire avant le backdraft « raté ».
Inflammation des fumées	Allumer une petite torche de papier journal, ouvrir l'exutoire et mettre le journal dans les fumées.	Les fumées brûlent ! A ce stade, elles sont chargées d'éléments imbrûlés et surtout de gaz de pyrolyse issus des parois de la boîte (C&J - 7)	Laisser le feu repartir avant de faire cet essai. Eventuellement, le faire avant le backdraft « raté ». Faire cette expérience ou la précédente, mais difficile de faire les deux.
Limite des aérations hautes (backdraft)	Fermer le local, laisser les fumées se concentrer, tout en laissant l'aération basse un peu ouverte, pour que le backdraft se déclenche rapidement. Ouvrir légèrement l'aération haute, puis ouvrir immédiatement la porte.	L'ouverture de l'aération haute ne permet pas un dégagement assez rapide des fumées. De plus, une fois l'explosion passée, le feu va reprendre rapidement puisqu'il sera dans une situation idéale avec entrée et sortie d'air (C&J-15)	Expérience assez délicate, nécessitant d'avoir une boîte bien chaude, mais pas encore détériorée.
Front de flamme	Observation du front de flamme.	Le front de flamme se déplace et derrière lui la boîte est noire et éteinte. Peut déboucher sur un backdraft « naturel » (C&J - 16)	Peut s'observer sans vent. En cas de vent, tourner la boîte de profil pour accentuer le phénomène, grâce à l'effet de Venturi.

	DESCRIPTIF DES SCENARIOS	
Kit Pédagogique		Réf : KPED-SCN-2.00
Mini-Maison pour démonstration Phénomènes Thermiques – Ref : DP-MM-1		

Backdraft « mou »	Fermeture puis réouverture rapide.	Le mélange combustible+comburant n'a pas besoin d'atteindre le point stœchiométrique : dès qu'il est passé sous la LSI, les flammes encore présentes embrasent le mélange.	La flamme générée tombe toujours du plafond car il y a auto-inflammation (C&J - 13). Peut-être renouvelée plusieurs fois, même lorsque la boîte commence à être en partie détruite.
Extinction au pulvérisateur	Tentative d'extinction.	L'extinction d'un tel foyer au pulvérisateur est impossible ou très difficile au pulvérisateur	Voir le document « Matériel » pour le calcul du rapport de taille.
Effondrement	La structure s'écroule	Faire attention, même lorsque c'est éteint ! De plus la fumée blanche réapparaît. Danger de flash-fire ou de smoke-explosion.	La pyrolyse continue, car les éléments combustibles sont encore très chauds.

## TESTS COMPLEMENTAIRES

Voici un ensemble de tests qui peuvent être réalisés en complément du scénario de démonstration habituel. Ils ne sont pas à réaliser devant un public voyant la mini-maison pour la première fois, mais peuvent constituer une approche complémentaire lors d'autres démonstrations avec un public déjà au courant des observations réalisables.

**Important** : la mini-maison est strictement identique à celle utilisée précédemment, du moins dans sa fabrication. Afin de procéder à une lecture optimale des signes, il convient de tracer une bande de peinture sur le côté gauche et éventuellement de coller un morceau de papier peint. Tous les signes doivent être « lus » plusieurs fois durant la démonstration. Dans un feu de local, le porte lance doit en permanence « lire » ces signaux pour déterminer l'évolution. Il serait extrêmement dangereux de ne les « lire » qu'une seule fois car ils ne sont pas le signe d'un état stable, mais d'une évolution.

Nom	Descriptif	Observation	Remarques
Déformation	La boîte se déforme sous l'influence de la chaleur et de la pression.	Regarder toute la boîte, dès le début. Elle va se déformer progressivement. Le GNR indique que la déformation des huisseries est un signe d'alerte.	A renouveler fréquemment car les déformations apparaissent tout au long du brûlage.
Intérieur de la boîte	Mettre la main dans la boîte, d'abord en bas, puis monter la main. Attention : on ne touche pas les parois !	Le haut est chaud, et même de plus en plus chaud.	Une des méthodes de test de chaleur dans les locaux : on monte la main au-dessus de soi et on ressent la chaleur. Si au bout de quelques minutes le même test indique un abaissement du plafond chaud, c'est que la situation se dégrade.

	DESCRIPTIF DES SCENARIOS	
Kit Pédagogique		Réf : KPED-SCN-2.00
Mini-Maison pour démonstration Phénomènes Thermiques – Ref : DP-MM-1		

Carbonisation des ouvrants	Le passage des fumées noircit rapidement les ouvrants	Observer l'aération basse et l'aération haute. Le pourtour brûle, mais on constate aussi un dépôt de suie sur les « portes ». Le noircissement des fenêtres (suies) ou des huisseries est un signe d'alerte.	Egalement à renouveler.
Dégât sur la façade	Les flammes détériorent rapidement les façades et les ouvrants	La façade peut prendre feu et propager le feu aux étages supérieurs.	C'est toujours par là que la boîte se détruit !
Crayonnage des surfaces chaudes	Tracer un trait vertical au pulvérisateur.	L'évaporation est différente suivant les hauteurs et sa vitesse va varier avec la montée en température de la boîte.	Peut permettre de déterminer la hauteur du plafond chaud et l'intensité thermique du local. Dans la pratique, s'avère assez délicat.
Texture de la peinture	Une bande de peinture a été réalisée sur le côté gauche de la boîte.	En passant doucement sa main gantée sur la peinture, en bas, on sent qu'elle est lisse, mais plus on remonte et plus elle « accroche ».	Test avant ouverture de porte.
Couleur de la peinture	Même bande de peinture.	La peinture change de couleur. Le changement permet de déterminer la hauteur de la chaleur.	Test avant ouverture de porte.
Cloquage de la peinture	Même bande de peinture.	La peinture cloque. Attention, au départ c'est assez difficile à voir.	Test avant ouverture de porte.
Décollement papier peint	Bande de papier peint, collé à côté de la bande de peinture.	Le papier va se décoller ou du moins se durcir.	Va dépendre du papier. Possible de mettre une bande de papier peint et une bande de papier peint « plastifié »
Brunissage du papier peint	Même bande de papier.	Le papier va brunir et sans doute s'enflammer. Dans un couloir adjacent au local en feu, cette inflammation peut déclencher le phénomène de FGI (Fire Gaz Ignition) donc l'inflammation des gaz de pyrolyse ou des gaz s'échappant du local en feu.	Va dépendre du papier.
Pyrolyse	Montrer le phénomène de pyrolyse en mettant un morceau de mousse sur la boîte et un dedans, assez loin du feu	La mousse va émettre des fumées blanches, qui vont prendre feu dès qu'elles auront atteint leur température d'auto-inflammation.	Plus difficile de faire pyrolyser la mousse sur la boîte s'il y a du vent.
Extinction du foyer avec feu au plafond	Eteindre le foyer principal avec de l'eau, lorsque le flashover est en place	Le foyer est éteint, mais le haut du local est extrêmement chaud. Les gaz de pyrolyse continuent donc à y brûler. Même sans foyer « de base », le feu « de plafond » reste présent.	Toujours se méfier du plafond car cette situation peut se produire avec une couche de fumée très compacte, qui laissera croire aux intervenants que le feu est éteint alors que le danger est toujours présent au-dessus d'eux !

	DESCRIPTIF DES SCENARIOS	
Kit Pédagogique		Réf : KPED-SCN-2.00
<i>Mini-Maison pour démonstration Phénomènes Thermiques – Ref : DP-MM-1</i>		

Ne pas hésiter à renouveler de nombreuses fois tous ces tests d'abord pour que les portes lances s'y habituent, mais surtout pour montrer que le renouvellement des tests permet de déterminer l'évolution. Les interroger sur les actions qu'ils envisagent, suivant les tests.

#### **Remarque**

Au fur et à mesure de ces démonstrations, le formateur pourra ajouter des actions, en profitant par exemple des remarques des apprenants ou du matériel disponible. L'analyse à la caméra thermique ou au thermomètre infrarouge, peuvent être des points intéressants, permettant de tester ces outils et d'en faire l'apprentissage.