

ENSEIGNANT

PRÉSENTATION DU MODULE

ÉTUDE DE CAS EN SCIENCE ET INGÉNIERIE

LES SCIENTIFIQUES SE DEMANDENT POURQUOI.
LES INGÉNIEURS SE DEMANDENT COMMENT.



TRANCHE D'ÂGE
Collège



CATÉGORIE
Criminalistique du feu



DURÉE
2 à 4 cours

COMMENT LES RAPPORTS ET LES PREUVES ÉTAYENT LE PROCESSUS DE CRIMINALISTIQUE DANS LES ENQUÊTES SUR LES INCENDIES ?

Dans ce module, les élèves vont acquérir des connaissances sur le feu, sur sa dynamique et sur son comportement afin de pouvoir décrypter un incendie et établir un rapport sur le point de départ et la cause du feu.

Les vidéos et les enquêtes interactives du module en ligne sur plateforme numérique Criminalistique du feu : rapports et preuves peuvent s'adresser à une classe entière ou être utilisées par les élèves de façon indépendante. Les enquêtes en classe incluent un guide détaillé pour le professeur et un livret destiné aux élèves. Elles permettent d'approfondir les connaissances de ces derniers grâce à des expériences pratiques sur les principes du feu présentés dans le module, ainsi que des rapports établis à partir des preuves obtenues par observation et calcul.

Ce guide à l'intention des professeurs passe en revue chacune des sections et présente le schéma directeur du module ainsi que des contenus complémentaires issus du laboratoire de recherche sur les incendies.

CONFORMITÉ AVEC LES NORMES ÉDUCATIVES SCIENTIFIQUES POUR L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE AUX ÉTATS-UNIS

Le module Criminalistique du feu : rapports et preuves vient compléter les connaissances des élèves relatives aux concepts disciplinaires fondamentaux établis dans les normes NGSS (sciences physiques dans l'enseignement secondaire) :

MS-PS1 : La matière et ses interactions. Ce module aborde les concepts fondamentaux suivants :

- Structures et propriétés de la matière
- Réactions chimiques
- Définitions de l'énergie

MS-PS3 : Énergie. Ce module aborde les concepts fondamentaux suivants :

- Définitions de l'énergie
- Conservation de l'énergie et transfert d'énergie
- Relation entre énergie et forces

Le module Criminalistique du feu : rapports et preuves aide les élèves à appréhender la différence entre l'énergie et la température et à comprendre le processus de transfert d'énergie thermique.

Le module aborde et consolide les concepts transversaux de cause et d'effet, d'échelle, de structure et de fonction, de systèmes et de modèles de systèmes. Les élèves devront analyser et interpréter des données, argumenter à partir de preuves et recourir à ces pratiques pour démontrer leurs connaissances des concepts fondamentaux relevant des normes PS1 et PS3. Ces évaluations sont intégrées au module principal et incluses dans la section « Évaluation » de chaque enquête en classe.

RAPPORT, PREUVES ET RAISONNEMENT (RPR)

Il s'agit d'une stratégie qui permet aux élèves d'expliquer les résultats d'une enquête. Les scientifiques et les ingénieurs utilisent cette formulation pour décrire leur pratique consistant à formuler des affirmations étayées par des preuves. Les chercheurs en incendie posent une question pertinente pour le domaine de la science du feu, puis ils la testent et établissent un rapport mettant en avant une ou plusieurs affirmations en fonction des preuves qu'ils recueillent. Ils appliquent leur raisonnement en s'appuyant sur leur expertise en science du feu.

Tout au long du module, nous appliquons la stratégie RPR à la criminalistique du feu : nous travaillons à rebours en rassemblant des preuves pour former un récit logique et expliquer le début de l'histoire, à savoir où et comment l'incendie a commencé. Le point de départ de l'histoire fait l'objet d'un rapport. La reconstitution du récit, de la fin au début, s'appuie sur la suite de preuves recueillies et la compréhension du comportement et de la science du feu.

RAPPORT

Dans son rapport, l'élève indique les résultats ou les conclusions de son enquête. C'est sa réponse à la question qui est testée ou étudiée. Un élève ou un scientifique étaye son rapport par des preuves concrètes. Sans preuve, un rapport ne peut pas être vérifié. Les enquêtes sur un incendie donnent aux élèves la possibilité d'établir un rapport et de présenter où et comment l'incendie a commencé, à partir des preuves découvertes sur les lieux.

PREUVES ET RAISONNEMENT

Les données ne sont pas toutes des preuves et, sans raisonnement, les preuves ne sont que des données. Ce concept s'applique particulièrement bien à la criminalistique du feu. Lorsqu'un enquêteur post-incendie arrive sur les lieux d'un incendie, il voit des données partout. Il traite ces données par son raisonnement critique, y compris par ses connaissances sur le comportement et la science du feu, ce qui lui permet de faire la lumière sur la nature des indices trouvés et de définir en quoi ces preuves confirment le point de départ et la cause de l'incendie.

Grâce à la stratégie RPR, les élèves appliquent leurs connaissances aux preuves trouvées et reproduisent la méthode de la recherche scientifique et de l'ingénierie en situation réelle. La compréhension de ce processus par des élèves qui, en cette ère du numérique, doivent traiter des informations illimitées, favorise la formulation d'arguments solides fondés sur des preuves et encourage leur entourage à faire de même.

Ce module comporte une rubrique permettant d'évaluer la stratégie RPR des élèves.

BIENVENUE AU LABORATOIRE D'UL !

Un incendie a eu lieu. Vos élèves ont pour mission de résoudre l'enquête et de découvrir le point de départ et la cause de l'incendie. Pour cela, ils doivent apprendre les bases de la science du feu (son comportement et les preuves qu'il laisse), puis appliquer ces connaissances pour résoudre l'enquête.

Bienvenue au Firefighters Safety Research Institute. Les chercheurs en incendie de l'institut étudient la criminalistique du feu pour permettre aux enquêteurs post-incendie d'acquérir les connaissances et les compétences nécessaires pour établir et étayer un rapport sur la cause et l'origine d'un incendie. Au cours de la combustion, l'incendie laisse des indices, visibles uniquement des enquêteurs expérimentés. En s'appuyant sur leurs connaissances en science du feu, les enquêteurs post-incendie cherchent des indices, recueillent des preuves et établissent un rapport sur les faits.

Mener une enquête sur un incendie, c'est comme lire un livre à l'envers. On commence par la dernière page et on ne voit que le résultat final : de gros amas de débris carbonisés. Les enquêteurs post-incendie doivent s'appuyer sur leur formation et travailler à rebours, en utilisant une approche scientifique pour reconstituer l'histoire d'un incendie grâce à l'observation et l'analyse des indices trouvés.

ÉCOLE DES ENQUÊTEURS

À l'École des enquêteurs, les élèves suivent une formation en science du feu qui leur permettra de résoudre leur première enquête.

Chaque section de cette formation fait l'objet d'un résumé et comporte des définitions et des points clés. Ce contenu apparaît également dans chaque section à l'écran. Pour accéder aux points clés, cliquez sur la flèche en haut à droite de l'écran ; ces points clés reprennent les informations utiles sous forme de liste.

L'ÉCOLE DES ENQUÊTEURS EXPLORE LES POINTS SUIVANTS :

1. Le feu, c'est quoi ? C'est une réaction chimique en phase gazeuse qui émet de la chaleur et de la lumière.

Points clés :

- Au cours d'un feu, les solides et les liquides inflammables ne brûlent pas. Le feu brûle les gaz créés par la chaleur.
- La pyrolyse est un processus de décomposition des solides en gaz combustibles grâce à la chaleur. Lorsque les solides se décomposent en gaz combustibles, ces derniers se mélangent à l'oxygène. Ce mélange peut s'enflammer au contact de la chaleur. Un supplément vidéo montre la pyrolyse d'un abat-jour et l'inflammation des gaz.
- La combustion est synonyme de feu. C'est lorsque les gaz combustibles se mélangent à l'oxygène et génèrent des flammes au contact de la chaleur. Nous parlerons davantage des combustibles dans la section suivante.

2. Que faut-il pour créer et entretenir un feu ? Pour qu'un feu démarre et continue à brûler, trois éléments sont nécessaires : oxygène, chaleur et combustible. C'est ce qu'on appelle le triangle du feu.

Points clés :

- La chaleur est l'énergie thermique nécessaire pour produire le combustible qui se combine à l'oxygène. Elle favorise la croissance du feu et la propagation des flammes en maintenant un cycle continu de production de combustible et d'ignition.
- Lorsqu'ils deviennent chauds, les combustibles génèrent des gaz et se mélangent à l'oxygène. Avec la chaleur, les gaz s'enflamment et libèrent de la lumière, de la chaleur et de la fumée. C'est ce qu'on appelle le feu.
- En fonction du combustible, la quantité d'énergie qui y est stockée varie. Ainsi, les combustibles synthétiques ou produits par l'homme peuvent stocker 4 à 6 fois plus d'énergie par kilo qu'un combustible naturel comme le bois. Les combustibles contenant le plus d'énergie dégagent généralement plus de fumée.
- La chaleur peut être transférée par conduction, convection ou radiation.

3. Le développement d'un feu compte quatre étapes : le déclenchement, la croissance, le développement et la désintégration.

Points clés :

- DÉCLENCHEMENT : la réaction chimique en phase gazeuse est à l'origine du feu.
- CROISSANCE : le combustible continue à brûler, car de l'oxygène est disponible.
- PLEIN DÉVELOPPEMENT : si l'oxygène l'alimente régulièrement, l'ensemble du combustible sera consommé.
- DÉSINTÉGRATION : sans oxygène, chaleur ou combustible, le feu s'éteint.

4. Comment un incendie se comporte : au cours d'un incendie, les gaz et les fumées se déplacent à cause des différences de température, de densité et de pression.

Points clés :

- Un enquêteur post-incendie doit comprendre comment un incendie se comporte à l'intérieur d'un bâtiment.
- Le panache thermique laisse des traces de suie et de cendre en forme de V.

5. Comment l'aération impacte-t-elle un incendie ? L'aération est l'échange de gaz de combustion chauds et d'air. Une fenêtre ou une porte ouverte renouvelle l'alimentation en oxygène (l'un des trois piliers du triangle du feu).

Points clés :

- L'aération est l'échange de gaz de combustion chauds et d'air. Elle a lieu dès qu'une ouverture est présente.
- Pendant l'aération, les gaz chauds s'échappent et de l'air plus froid entre dans la pièce. Cela fonctionne comme une pompe qui alimente l'incendie avec une source fraîche d'oxygène.
- Avec une bonne aération ou une source régulière d'oxygène, l'incendie peut se développer jusqu'à l'embrassement. Tout ce qui se trouve dans la pièce est alors pyrolysé et s'enflamme d'un coup. Souvent, l'aération accroît un incendie, en particulier dans les bâtiments contenant de grandes quantités de matériaux synthétiques.
- L'aération est un phénomène que l'on étudie de façon approfondie au laboratoire, afin que les pompiers le comprennent mieux et fassent de meilleurs choix en présence d'un incendie.

INCENDIES EN DIRECT

Au laboratoire d'UL, on brûle des structures de taille réelle sous différentes conditions de test. Les élèves examineront des données et des vidéos de manière à comparer deux incendies en laboratoire où une seule variable change : l'aération. Les experts en incendie d'UL commentent chacun des cas. Au cours de l'enquête 4, « Analyse des données du laboratoire », votre classe pourra examiner plus longuement les données du laboratoire.

Exploration :

Qu'est-ce que les données du laboratoire nous révèlent sur un incendie ?

RÉSUMÉ DU LABORATOIRE

Les élèves examinent les concentrations d'oxygène, dès le déclenchement du feu, dans le cadre de deux incendies domestiques contrôlés en laboratoire pour lesquels la variable testée est l'aération : dans un cas, la porte est ouverte, alors que dans l'autre, elle est fermée. Les élèves pourront également examiner des ensembles de données sur la température et la pression au cours de chaque incendie.

ENQUÊTE GUIDÉE

Les élèves découvrent comment les enquêteurs post-incendie établissent un rapport qui explique la cause de l'incendie à partir des preuves recueillies sur les lieux et qui précise comment ils sont parvenus à cette conclusion.

En compagnie de l'ingénieur d'études Dan Madrzykowski, les élèves observent les preuves trouvées à la suite de l'incendie d'une chambre. Ils apprennent ainsi comment les enquêteurs post-incendie se déplacent sur les lieux et repèrent des indices parmi les débris afin d'étayer leur rapport sur la cause et le point de départ de l'incendie. L'enquête guidée oriente les élèves lors d'une investigation post-incendie avant qu'ils ne mènent leur propre enquête sur l'incendie d'une cuisine.

ENQUÊTE EN SOLO

Grâce aux compétences acquises à l'École des enquêteurs et à l'exemple illustrant le travail des enquêteurs sur les lieux d'un incendie, les élèves sont prêts à résoudre leur première enquête. L'incendie d'une cuisine reproduit en laboratoire laisse des preuves qui trahissent sa cause et son point de départ. Les élèves parcourent la structure brûlée afin de trouver

les preuves qui permettront de déterminer la cause et le point de départ du feu. Ensuite, à l'aide des fonctions interactives du module, ils établissent un rapport qui explique comment l'incendie a démarré. Ils ont la possibilité de partager leur rapport auprès de la communauté UL Xplorlabs dans la section Défi du module.

DÉFI

« Établis ton rapport et fournis les preuves recueillies ! Quelles sont les conclusions de ton enquête en solo sur le point de départ et la cause de l'incendie de la cuisine? » (section précédente du module)

Une fois que les élèves ont donné leur version des faits, l'ingénieur d'études Dan Madrzykowski dévoile le point d'origine et la cause de l'incendie. Les élèves peuvent alors savoir si leurs réponses sont correctes ! Ils ont aussi l'occasion de comparer leur rapport avec ceux des autres.

ENQUÊTES EN CLASSE

Quatre enquêtes permettent d'approfondir les connaissances : Pour enquêter sur un incendie, il est nécessaire de connaître les principes du déclenchement du feu et de la combustion. Pour résoudre une enquête, il faut savoir comment établir un rapport, preuves et raisonnement à l'appui.

Chaque enquête permet de conforter les connaissances des élèves, grâce notamment à des vidéos d'expériences pour les classes ne disposant pas d'un laboratoire adapté aux tests avec flammes et fumée. Le professeur dispose d'un guide comportant les procédures à suivre et des informations générales, tandis que les élèves ont un cahier où ils peuvent consigner les données.

Toutes les enquêtes permettent aux élèves de s'entraîner à la création de rapports en s'appuyant sur leur raisonnement et des preuves, et d'avoir un aperçu de l'investigation post-incendie. Elles correspondent aux nouvelles normes éducatives de sciences physiques pour l'enseignement secondaire aux États-Unis (Next Generation Science Standards). Consultez le guide du professeur pour savoir comment chaque enquête cadre avec les NGSS.

La plupart des enquêtes peuvent être effectuées en 1 à 3 cours, en fonction de la durée de ceux-ci et du niveau d'approfondissement pratiqué lors des expériences.

ENQUÊTES :

- Triangle du feu
- Transfert de chaleur et déclenchement
- Énergie et combustion
- Analyse des données du laboratoire (mentionné plus haut dans le cadre de la section « Incendies en direct » du module)

RUBRIQUE RPR POUR CRIMINALISTIQUE DU FEU : RAPPORTS ET ÉVIDENCES

	DÉPASSE LES ATTENTES	RÉPOND AUX ATTENTES	NE RÉPOND PAS TOUT À FAIT AUX ATTENTES
Rapport Conclusion qui répond à la question ou fournit une explication	Le rapport reprend la formulation de la question.	Le rapport est rédigé de façon claire. Le rapport fournit une explication claire ou une réponse à la question. Le rapport est exact et complet.	Le rapport fournit une explication incomplète ou une réponse incomplète à la question, ou il manque de clarté. Le rapport ressemble davantage à une affirmation générale qui ne répond pas à la question.
Preuves Données appropriées et suffisantes pour étayer le rapport	Les preuves sont décrites d'une façon qui justifie clairement le rapport. Le rapport présente les preuves qui ont été exclues et explique pourquoi elles n'étaient pas utiles.	Les preuves comportent des données exactes qui étayent le rapport. Les preuves sont clairement énoncées ou énumérées. Les preuves sont fondées sur les données et l'observation, et non sur des déductions.	Les preuves ne sont pas clairement énoncées. Les preuves n'étaient pas le rapport. Le raisonnement suivi est indiqué pour une partie des preuves.
Raisonnement Fait de justifier comment les preuves étayent le rapport et d'indiquer pourquoi les données constituent des preuves	L'élève explique en détail comment les preuves étayent le rapport, en utilisant correctement le vocabulaire de la science du feu.	L'élève précise clairement le raisonnement suivi pour l'ensemble ou la plupart des preuves, et indique comment celles-ci étayent le rapport. L'explication témoigne d'une bonne compréhension de la science du feu. Le raisonnement s'appuie sur une bonne explication de la science du feu.	Les preuves fournies ne sont assorties d'aucune raison expliquant en quoi elles étayent le rapport. Le raisonnement n'est pas approprié ou n'étaye pas le rapport. L'explication n'est pas claire.

SÉCURITÉ DANS LES LABORATOIRES D'UL

Les chercheurs et ingénieurs en incendie d'UL effectuent des tests plus complexes que ceux que vous réaliserez en classe. Néanmoins, il est toujours utile de connaître les principes de base en matière de sécurité dans le laboratoire de recherche sur les incendies. Veuillez prendre toutes les mesures de sécurité recommandées pour les laboratoires des établissements secondaires. Si vous ne disposez pas de l'équipement ou du système d'aération appropriés pour les expériences sur le feu, servez-vous des vidéos pour étudier les incendies.

1. Nous commençons toujours par consulter les Fiches de données de sécurité (FDS) afin d'identifier les dangers présentés par les produits qui vont brûler. Chaque type de produit pose des risques de sécurité spécifiques : batteries (projection et gaz toxiques), combustibles (points d'éclair faibles), aérosols (risque d'explosion), plastiques (gaz toxiques), etc.

2. En fonction des informations des FDS, nous établissons un plan de sécurité pour chaque étape du processus de test (ex. : installation, test à proprement parler et nettoyage). Nous devons déterminer le matériel adéquat à utiliser, l'équipement de protection individuelle (EPI), l'aération, les stratégies de sortie, les scénarios catastrophes, les exigences en matière d'élimination des déchets, etc.

3. Vérifiez que des procédures d'intervention d'urgence ont été mises en place et qu'elles sont comprises par toutes les personnes impliquées.

4. Nous veillons systématiquement à dispenser une formation adéquate avant l'utilisation d'équipements lourds et d'outils électriques ou manuels (chariot élévateur, nacelle élévatrice, perceuse, scie, cutter, etc.).

*En classe, vous n'utiliserez pas d'équipement lourd, mais il convient de s'assurer que les élèves comprennent le fonctionnement de chacun des outils et instruments avant de les utiliser.

5. Au laboratoire, l'ensemble du personnel doit porter l'EPI suivant : chaussures de sécurité, casque et lunettes de protection. En cas de tâche bruyante, une protection auditive est également requise.

*Lors des expériences en laboratoire avec la classe, imposez une protection individuelle minimum.

6. Tous les techniciens qui participent à la lutte contre les incendies doivent porter l'équipement adéquat complet, à savoir des vêtements pare-feu, des bottes, des gants, un casque de protection contre les incendies et un appareil respiratoire isolant. D'autres équipements peuvent être nécessaires, en fonction des matériaux à brûler.

*En classe, vous n'aurez pas besoin de tout cet équipement, mais il vous faudra probablement des gants résistants à la chaleur et des lunettes de sécurité teintées. Vérifiez toujours si c'est le cas.

7. Avant chaque test, nous nous assurons que le système d'aération du bâtiment est en marche, ce qui permet d'évacuer la fumée à l'extérieur et de la filtrer de façon à ne pas nuire à l'environnement.

*Si vous effectuez des tests d'incendie, ceux-ci doivent avoir lieu dans une pièce équipée d'un système d'aération approprié.

8. Un système de communication est mis en place entre la salle de contrôle et tous les techniciens (radios, par exemple). Vérifiez qu'il fonctionne avant le début de l'expérience. C'est important non seulement pour le bon déroulement du test, mais aussi en cas de problème.

*Même si les radios ne sont pas nécessaires en classe, insistez sur l'importance d'une bonne communication entre les élèves.

9. À l'issue de chaque test, nous analysons l'efficacité de notre plan de sécurité et identifions les éléments à améliorer pour le prochain test.

*Même si le test s'est passé sans problème, il est toujours possible d'améliorer les choses.

ENQUÊTES

Aperçu	Enquête 1	Enquête 2	Enquête 3	Enquête 4
<p>Veillez prendre toutes les mesures de sécurité recommandées pour les laboratoires des établissements secondaires. Si vous ne disposez pas de l'équipement ou du système d'aération appropriés pour les expériences sur le feu, montrez aux élèves la vidéo afin qu'ils découvrent les concepts, établissent des prédictions et observent les résultats.</p>				
	<p>Triangle du feu Connaissances de base sur le comportement du feu. <i>L'expérience implique une bougie et des flammes nues.</i></p>	<p>Transfert de chaleur et déclenchement ; conduction, convection et radiation. <i>L'expérience implique des flammes nues et consiste à brûler de petites quantités de matériaux en laboratoire.</i></p>	<p>Énergie et combustion Énergie potentielle dans un combustible et mesure du transfert d'énergie. <i>Vidéo d'un incendie et données connexes ; possibilité de brûler de petits matériaux en laboratoire.</i></p>	<p>Analyse des données du laboratoire Vidéo Incendie en direct : Criminalistique du feu</p>
<p>Classe et durée requise (par cours de 60 minutes)</p>	<p>Collège (6e, 5e, 4e) 2 cours</p>	<p>Collège (6e, 5e, 4e) 2 à 4 cours</p>	<p>Collège (6e, 5e, 4e) 2 à 4 cours</p>	<p>Collège (6e, 5e, 4e) 1 à 2 cours</p>
<p>Taille des groupes et rôles</p>	<p>2 à 4 élèves Responsable des équipements, responsable des expériences*, présentateur, gestionnaire de la documentation</p>	<p>2 à 4 élèves Responsable des équipements, responsable des expériences*, présentateur, gestionnaire de la documentation</p>	<p>2 à 4 élèves Responsable des équipements, responsable des expériences*, présentateur, gestionnaire de la documentation</p>	<p>2 à 4 élèves Responsable des équipements, présentateur, gestionnaire de la documentation</p>
<p>Exploration</p>	<p>Quels sont les trois éléments indispensables à la formation d'un feu ?</p>	<p>A. Comment le feu se propage-t-il ? B. Comment un feu démarre-t-il ?</p>	<p>Qu'est-ce que la chaleur de combustion (aussi appelée « pouvoir calorifique ») et comment est-elle mesurée ?</p>	<p>Qu'est-ce que les données du laboratoire nous révèlent sur un incendie ?</p>
<p>Importance pour les professionnels de la criminalistique du feu requise</p>	<p>Les pompiers et les enquêteurs post-incendie doivent connaître les principes de base de la science du feu pour combattre les incendies et déterminer leur cause.</p>	<p>Lorsqu'on sait comment la chaleur est transférée, il est plus facile de comprendre comment un incendie s'est déroulé. Grâce à leurs connaissances sur l'inflammation de différents matériaux, les enquêteurs post-incendie peuvent comprendre et interpréter les différents éléments d'un incendie.</p>	<p>Lorsque les enquêteurs post-incendie maîtrisent les propriétés d'inflammation et de combustion de différents combustibles, ils sont plus à même de comprendre un incendie et d'établir un rapport précis en s'appuyant sur leurs connaissances des types de preuves et des caractéristiques des combustibles.</p>	<p>Les enquêteurs post-incendie doivent connaître l'effet de l'aération sur un feu et comprendre ce qui se passe lorsqu'une porte ou une fenêtre reste ouverte au cours d'un incendie.</p>
<p>Questions à vérifier requise</p>	<p>Que se passe-t-il si l'on supprime un côté du triangle du feu ?</p>	<p>A) Comment la chaleur est-elle transférée entre les matériaux ? B) La forme et la taille ont-elles un effet sur le départ du feu et sur la combustion ? Le matériau a-t-il un effet sur le départ du feu et sur la combustion ?</p>	<p>Le matériau dont est fait le combustible a-t-il un effet sur la quantité d'énergie libérée lors de la combustion ?</p>	<p>Quel est l'impact de l'aération sur un incendie domestique ?</p>

ENQUÊTES

Aperçu	Enquête 1	Enquête 2	Enquête 3	Enquête 4
Résumé du laboratoire	À l'aide d'une bougie, les élèves mènent quatre expériences pour supprimer l'un des côtés du triangle du feu (l'oxygène, le combustible et la chaleur) dans l'optique de comprendre les éléments indispensables au feu. Ensuite, à l'aide d'une plaque métallique, ils observent la flamme d'une bougie pour étudier la combustion.	Les élèves font part de leurs observations sur les modes de transfert de l'énergie thermique et sur le départ du feu au contact de la chaleur. Les élèves comparent le rapport surface/masse d'un morceau de bois et d'un cure-dent, puis ils comparent leur propension à s'enflammer. Ils décrivent ensuite comment les différents matériaux s'enflamment et brûlent.	Les élèves regardent la vidéo interactive des experts en incendie du laboratoire du Firefighters Safety Research Institute (FSRI) d'UL pour formuler des remarques sur le déroulement de l'incendie, le comportement du feu et la fumée émanant des différents combustibles. La vidéo montre ensuite comment fabriquer un calorimètre pour mesurer la chaleur dégagée par des meubles domestiques courants. Si votre salle de classe dispose de l'équipement et du système d'aération appropriés, vous pouvez suivre les instructions fournies pour construire un calorimètre pour l'enquête en classe.	À l'aide des données relatives aux deux incendies réalisés dans le laboratoire du FSRI, les élèves tireront des conclusions sur l'impact de l'aération sur un incendie. Ils expliqueront pourquoi l'aération doit être prise en compte autant par les pompiers que par les personnes qui tentent d'élucider la cause et le point de départ de l'incendie.
Résultat – Connaissances et aptitudes visées	Les relations de cause à effet peuvent servir à prédire des phénomènes dans des systèmes naturels ou créés. (MS-PS1-4) L'énergie peut revêtir différentes formes (par exemple électromagnétique, thermique, cinétique). (MS-PS3-5) Construire, utiliser et présenter des arguments oraux et écrits étayés par des preuves empiriques et des raisonnements scientifiques pour valider ou réfuter une explication ou un modèle concernant un phénomène. (MS-PS3-5)	Il est possible de suivre le transfert d'énergie lorsque celle-ci circule dans un système naturel ou créé. (MS-PS1-6) La quantité d'énergie transférée nécessaire pour modifier la température d'un échantillon de matériau dépend de la nature du matériau, de la taille de l'échantillon et du milieu ambiant. (MS-PS3) Lorsque deux objets interagissent, chacun exerce sur l'autre une force qui peut entraîner un transfert d'énergie de l'un à l'autre. (MS-PS3-2) Construire, utiliser et présenter des arguments oraux et écrits étayés par des preuves empiriques et des raisonnements scientifiques pour valider ou réfuter une explication ou un modèle à l'égard d'un phénomène. (MS-PS3-5)	Analyser et interpréter des données relatives aux propriétés des substances, avant et après l'interaction de ces dernières, afin de déterminer si une réaction chimique a eu lieu. (MS-PS1-2) Il est possible de suivre le transfert d'énergie lorsque celle-ci circule dans un système naturel ou créé. (MS-PS3-3) Le terme « chaleur », tel qu'il est utilisé dans le langage courant, désigne à la fois l'énergie thermique (mouvement d'atomes ou de molécules au sein d'une substance) et le transfert de l'énergie thermique d'un objet vers un autre. En science, la chaleur est seulement utilisée dans ce deuxième sens ; elle désigne l'énergie transférée en raison de la différence de température entre deux objets. (Annexe à MS-PS1-4) Construire, utiliser et présenter des arguments oraux et écrits étayés par des preuves empiriques et des raisonnements scientifiques pour valider ou réfuter une explication ou un modèle à l'égard d'un phénomène. (MS-PS3-5)	Les relations de cause à effet peuvent servir à prédire des phénomènes dans des systèmes naturels ou créés. (MS-PS1-4) Analyser et interpréter des données pour déterminer les similitudes et les différences entre les résultats. (MS-PS1-2) Construire, utiliser et présenter des arguments oraux et écrits étayés par des preuves empiriques et des raisonnements scientifiques pour valider ou réfuter une explication ou un modèle à l'égard d'un phénomène. (MS-PS3-5)
Évaluation des résultats	Rubrique Rapport/Preuves/Raisonnement	Rubrique Rapport/Preuves/Raisonnement	Rubrique Rapport/Preuves/Raisonnement	Rubrique Rapport/Preuves/Raisonnement

ENQUÊTES

Aperçu	Enquête 1	Enquête 2	Enquête 3	Enquête 4
<p>Matériel requis</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Briquet à longue tige • Grosse bougie ou bougie d'urgence • Plat à tarte ou plateau en métal/non inflammable (pas de plastique, de papier ou de matériau revêtu de cire !) – Placez la bougie dans le plat. • Plat à tarte ou plateau en métal/non inflammable (pas de plastique, de papier ou de matériau revêtu de cire !) contenant entre 2,5 et 5 cm d'eau • Feuilles d'aluminium (2) de 2 cm sur 2 cm avec une petite incision (1 cm) au milieu d'un des côtés • Verre ou bocal en verre • Petite plaque métallique (5 cm x 5 cm) (non inflammable) • Pincettes pour manipuler des matériaux chauds ou brièvement enflammés – poignées en plastique/résistantes à la chaleur • Grand tournevis avec poignée en plastique (non conductrice de chaleur) • Carreau de céramique • Cahier Xplorlabs destiné aux élèves • Vidéo Xplorlabs : Enquête 1 	<ul style="list-style-type: none"> • Petite ou grosse bougie au centre du plat à tarte ou du plateau en métal/non inflammable (pas de plastique, de papier ou de matériau revêtu de cire !) • Récipient d'eau glacée • Fil de cuivre de 15 cm de long • Morceau de bois de 5 x 10 cm (couramment utilisé dans la construction et facilement disponible en quincaillerie) • 28 g de sciure (soit une poignée) (également disponible en quincaillerie, au rayon découpe de bois) – à placer au centre du plat à tarte ou du plateau en métal/non inflammable (pas de plastique, de papier ou de matériau revêtu de cire !) • 5 bâtonnets en bois (bâtons de glace) non enduits et non colorés • 4 fiches • Morceau de tapis (de petite taille) • Morceau de polystyrène (de petite taille) • Carreau de brique ou de céramique • Pincettes pour manipuler des matériaux chauds ou brièvement enflammés • Briquet à longue tige • Plat à tarte ou plateau en métal/non inflammable (pas de plastique, de papier ou de matériau revêtu de cire !) contenant entre 2,5 et 5 cm d'eau • Cahier Xplorlabs destiné aux élèves • Vidéo Xplorlabs : Enquête 2 <p>Préparation. Trempez un cure-dent dans la cire chaude et placez une petite goutte de cire sur une extrémité d'un fil de cuivre. Effectuez la même opération avec un bâtonnet en bois.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Récipient ou canette de boisson gazeuse • Cylindre gradué (pour mesurer l'eau) • Eau (50 ml) • Petit thermomètre numérique • Support pour récipients ou cannettes • Trombone ou épingle droite • Bouchon en liège • Assortiment de vrais combustibles provenant d'éléments d'ameublement d'une maison** • Bois* • Isolation en mousse* • Tapis* • Plaque de plâtre • Morceaux de rembourrage de tapis • Panneau de bois • Tuyau de plomberie en plastique • Tissu d'ameublement • OU assortiment d'aliments • Apéritifs au fromage* • Guimauve* • Chips* • Miettes de hot dog • Morceaux de saucisse • Cahier Xplorlabs destiné aux élèves • Vidéo Xplorlabs : Enquête 3 <p>Notes : *Matériaux utilisés dans la vidéo Xplorlabs. **Les matériaux domestiques, même de petite taille, peuvent contenir des combustibles susceptibles de brûler.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Section concernant les incendies en cas de porte ouverte ou fermée dans le cahier destiné aux élèves • Ensembles de données : oxygène, température, pression de l'air pour l'incendie avec aération et l'incendie sans aération (à télécharger) • Marqueurs et feuille de tableau de conférence • Vidéo Xplorlabs : Incendie en direct

*Pour en savoir plus sur la sécurité incendie, rendez-vous sur ULSafetySmart.com et UL.com.

**Les vidéos sous-titrées sont accessibles sur YouTube.