

« EXPERTS à l'École »

Une opération menée par « Sciences à l'École »

Camille Mahé

Résumé Le dispositif ministériel Sciences à l'École contribue à la diffusion de la culture scientifique et technique dans les établissements du second degré. L'opération « EXPERTS à l'École », menée en partenariat avec l'Institut de Recherche Criminelle de la Gendarmerie Nationale (IRCGN), permet la réalisation de projets pédagogiques en collège ou lycée sur le thème de la recherche criminelle. Du matériel scientifique adapté à une utilisation en classe est prêté aux établissements scolaires sélectionnés lors des appels à candidatures. Les équipes enseignantes impliquées travaillent en réseau, créent et partagent des ressources pédagogiques et participent à des stages de formation. Des pistes d'activités sont proposées par le comité scientifique de l'opération parmi une liste non exhaustive des thèmes de travail possibles : identification par l'analyse de traces papillaires, entomologie, palynologie, analyse chimique, reconstitution de scènes et balistique, identification de faux documents, analyse vocale...

Mots-clés JIREC 2016, « Sciences à l'École », recherche criminelle, collège, lycée, projet.

Abstract **Crime Scene Investigation in school by « Sciences à l'École »**
The ministerial organization "Sciences à l'École" contributes to the diffusion of scientific and technical culture in secondary schools. The scheme "EXPERTS à l'École", conducted in partnership with the "Institut de Recherche Criminelle de la Gendarmerie Nationale" (criminal research institute), enables the realization of educational projects in secondary school on the subject of the criminal investigation. Schools are selected through calls for applications, and a scientific equipment suitable for a classroom use is lent. The teaching teams involved are networked, create and share educational resources and participate in training courses. Examples of activities are provided by the scientific committee from a non-exhaustive list of possible areas of work: identification by fingerprints analysis, entomology, palynology, chemical analysis, scenes reconstitution and ballistics, false documents identification, voice analysis...

Keywords JIREC 2016, « Sciences à l'École », criminal investigation, secondary school, educational projects.

Le dispositif « Sciences à l'École »



Le dispositif ministériel Sciences à l'École [1] a pour objectif de soutenir et de promouvoir des projets de culture scientifique et technique pour les établissements du second degré. Les actions qu'il pilote sont réparties selon trois axes :

- Plans d'équipement : prêt de matériel scientifique et accompagnement des équipes pédagogiques qui mettent en place des projets avec leurs élèves. Il existe sept plans d'équipements : « ASTRO à l'École », « COSMOS à l'École », « EXPERTS à l'École », « GÉNOME à l'École », « MÉTÉO à l'École », « SISMOS à l'École », « TECHNOS à l'École ».
- Concours : préparation, sélection et accompagnement des délégations françaises aux Olympiades internationales de chimie, de géosciences et de physique ; organisation des

concours nationaux « C.Génial-collège » et « C.Génial-lycée » pour lesquels les élèves réalisent en équipe des projets innovants dans les domaines scientifiques et techniques.

- Opération LUNAP (l'Univers à portée de main) et « Chercheurs dans les classes » : soutien financier à des projets menés par des scientifiques à destination d'élèves du second degré ; financement de déplacements pour permettre des rencontres entre élèves du second degré et scientifiques.

L'opération « EXPERTS à l'École »



Créée en partenariat avec l'Institut de Recherche Criminelle de la Gendarmerie Nationale (IRCGN), cette opération met en place et anime un réseau d'une trentaine de collèges et de lycées répartis sur le territoire, sélectionnés lors d'appels à candidatures sur présentation d'un projet, et équipés de matériel de recherche criminelle. Une formation de quatre jours à l'IRCGN permet aux professeurs impliqués

Microscope numérique, éclairage ultraviolet et infrarouge	Assortiment de poudres et pinceaux	Tamis en métal
Microscope numérique, éclairage en lumière blanche	Assortiment de matériel de mesure balistique	Centrifugeuse angulaire
Support pour microscopes digitaux	Mesureur de température automatique	Lot de dix piluliers
Appareil photographique numérique	Webcam	Boîte pour cartouches
Assortiment de sources lumineuses indépendantes	Microphone	Terrarium pour élevage de mouches et tulle
Assortiment de lunettes de protection	Câble chauffant et thermostat	Logiciel d'exploitation des microscopes

d'appréhender les thématiques de la recherche criminelle et d'acquérir la maîtrise du matériel prêté.

Un cahier pédagogique, téléchargeable sur le site Internet de Sciences à l'École [2], est mis à disposition des équipes. Régulièrement enrichi, il contient des fiches techniques, des protocoles et des informations utiles à la réalisation des projets. La liste du matériel (voir *tableau I*) a été conçue pour que les équipes pédagogiques puissent aborder divers thèmes de la recherche criminelle, en lien avec les programmes scolaires des disciplines scientifiques.

Une liste non exhaustive de thèmes de travail possibles est présentée ci-après, ainsi que des pistes d'utilisation du matériel pour chacun des thèmes retenus. Une grande liberté est toutefois laissée aux équipes pédagogiques dans la définition des projets.

Identification par l'analyse de traces papillaires

Les traces papillaires relevées sur le terrain sont généralement peu contrastées. Pour améliorer le contraste d'une empreinte, les élèves peuvent en première intention utiliser l'assortiment de poudres et pinceaux. Ils modifient ensuite la longueur d'onde de l'éclairage grâce aux différentes lampes de type « crime light » et aux filtres colorés. Si le contraste est encore insuffisant, des protocoles de révélation chimique sont mis en œuvre. Le protocole utilisé dépend du type de support (poreux, non poreux, coloré, blanc, noir, magnétique...). Sur un support poreux et clair, on utilise la ninhydrine qui réagit avec les acides aminés du dépôt sudoral et forme du pourpre de Ruhemann. Sur un support lisse et foncé, on utilise le cyanoacrylate de méthyle qui polymérise au contact de l'humidité du dépôt sudoral pour former un solide blanc (*figure 1*). Les élèves utilisent l'appareil photo muni des filtres colorés adaptés pour capturer l'image et l'analyser par comparaison à d'autres empreintes.



Figure 1 - Observation d'empreintes : le contraste est amélioré par l'utilisation du cyanoacrylate. © Sylvain Thibault.

Entomologie

Un corps en décomposition est colonisé successivement par différentes espèces d'insectes. La connaissance du cycle de développement des insectes permet de dater le début de la décomposition. Les élèves utilisent le terrarium, muni du câble chauffant et du thermostat, la webcam et le microscope numérique pour élever des insectes et observer les stades de leur développement (*figure 2*).

Palynologie

L'analyse des pollens retrouvés sur des chaussures ou des vêtements renseigne sur les lieux fréquentés par un suspect. Le tamis, la centrifugeuse (*figure 3*) et le microscope numérique permettent aux élèves de réaliser l'extraction puis l'observation des grains de pollens d'un substrat.



Figure 2 - Terrarium mis à disposition et insectes élevés dans le cadre de l'opération « EXPERTS à l'École ». © Sciences à l'École.



Figure 3 - Matériel mis à disposition pour l'analyse des pollens.
© Sciences à l'École.

Analyse chimique

La chimie occupe naturellement une place importante en criminalistique [3] et permet de détecter des traces infimes de substances, de comparer deux échantillons, ou d'identifier un produit. Les appareils utilisés par les experts ne peuvent généralement pas faire l'objet de prêt à des établissements scolaires (spectromètres de masse, chromatographes en phase gazeuse...). Les équipes pédagogiques intègrent ces thèmes au projet en fournissant des résultats fictifs aux élèves.

Reconstitution de scène et balistique

Les scènes de crime sont systématiquement reconstituées en trois dimensions par les experts. Un kit comprenant notamment un mesureur d'angles, des tiges et cônes et un pointeur laser permet aux élèves de matérialiser des directions et de reconstituer une scène.

Identification de faux documents

La falsification d'un document peut être mise en évidence par une observation sous une lumière infrarouge ou ultraviolette. À l'aide du microscope numérique équipé de lampes UV et IR intégrées, les élèves peuvent par exemple observer la



Figure 4 - Observation de permis de conduire falsifiés sous une lumière UV. © Sciences à l'École.

différence entre deux encres ou deux types de papiers qui semblaient identiques à l'œil nu (figure 4).

Analyse vocale

L'analyse d'enregistrements audio peut contribuer à l'identification d'un suspect. L'utilisation du microphone et du logiciel libre Audacity permet d'identifier des individus sur des enregistrements sonores.

Lien avec les programmes scolaires

De nombreux thèmes des programmes scolaires de physique-chimie et sciences de la vie et de la Terre (collège, cycle 4, et lycée général et technologique) peuvent être travaillés dans le cadre de l'opération « EXPERTS à l'École » (voir tableau II).

Le plan d'équipement « EXPERTS à l'École » favorise le travail en équipe pédagogique et permet de montrer comment chaque discipline, dans ses spécificités, peut nourrir et enrichir un projet collectif et contextualisé qui n'a de sens que dans une approche interdisciplinaire. Le partenariat avec l'IRGCN et ses déclinaisons locales apportent également une dimension de découverte des métiers particulièrement motivante pour les élèves impliqués [4]. Il est possible de créer un événement en lien avec le projet pour y associer l'établissement et son environnement.

Tableau II - Thèmes des programmes scolaires de physique-chimie et SVT mobilisables dans le cadre de l'opération « EXPERTS à l'École ».

Thèmes des programmes scolaires de physique-chimie et SVT	Niveaux scolaires et filières concernées
Organisation et transformations de la matière	Collège cycle 4
Mouvements et interactions	Collège cycle 4
L'énergie et ses conversions	Collège cycle 4
La planète Terre, l'environnement et l'action humaine	Collège cycle 4
Le vivant et son évolution	Collège cycle 4
Le corps humain et la santé	Collège cycle 4
Enseignements pratiques interdisciplinaires	Collège cycle 4
Sciences et investigation policière	2 nd MPS
Énergie et sols	2 nd
Extraction, séparation et identification d'espèces chimiques	2 nd
Appareil photographique	2 nd SL, 1 ^{ère} S, 1 ^{ère} STL, Term STD2A
Matériaux polymères	1 ^{ère} STI2D, 1 ^{ère} STL
Organisation des systèmes vivants	1 ^{ère} STL

Tableau II - Suite.

Thèmes des programmes scolaires de physique-chimie et SVT	Niveaux scolaires et filières concernées
Utilisation du microscope	1 ^{ère} STL
Structures cellulaires	1 ^{ère} STL
Énergie d'un point matériel en mouvement	1 ^{ère} S
Ondes sonores, propagation	1 ^{ère} STI2D, 1 ^{ère} STL
Mise en mouvement référentiel, trajectoires	1 ^{ère} STL
Perception des couleurs, synthèse additive et soustractive	1 ^{ère} S, 1 ^{ère} ES - L, 1 ^{ère} STD2A
Mesures et incertitudes de mesure	1 ^{ère} S, 1 ^{ère} STL, Term S, Term STI2D, Term STL
Rayonnement électromagnétique visible, UV, IR, absorption	1 ^{ère} S, 1 ^{ère} STI2D, 1 ^{ère} STL, Term S, Term STI2D, Term STL
Analyse spectrale, spectres UV-visible, spectres IR	Term S, Term STL
Trajectoire dans le champ de pesanteur, énergie mécanique	Term S
Téléométrie ultrason et laser	Term STL
Transformation en chimie organique	Term S
Émetteurs et récepteurs sonores, voix, acoustique physiologique, microphone, casque audio, reconnaissance vocale	Term S spécialité physique
Atmosphère, hydrosphère, climat : du passé à l'avenir	Term S spécialité SVT

Notes et références

- [1] www.sciencesalecole.org
- [2] Thibult S., Etner C., Hasnaoui C., Deneux, A., Liegard F., Paulhac C., Thollon F., Rojat D., Vigneron M., Touron P., Pierrini G., Mahé C., Cahier pédagogique « EXPERTS à l'École », 2016. Ce cahier contient de nombreuses références bibliographiques sur les thèmes développés dans le cadre de l'opération (www.sciencesalecole.org/plan-experts-a-lecole-ressources-pedagogiques-ressources-scientifiques).
- [3] Numéros thématiques « La chimie mène l'enquête », L'Act. Chim., 2010, 342-343 ; « Saison 2 », 2013, 378-379.

- [4] Voir le projet construit par Sandrine Labat, professeur de mathématiques-physique-chimie au lycée professionnel Théophile Gautier, Paris : <http://lelabodetheophile.wix.com/lelabodetheophile>



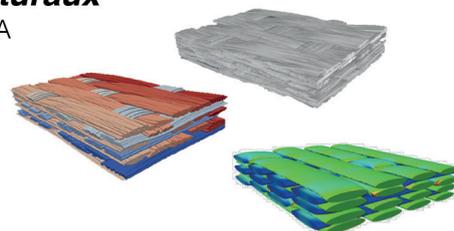
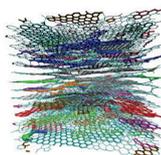
Camille Mahé*
est enseignante de physique-chimie ; elle a été membre de la cellule de ressources de Sciences à l'École** de 2013 à 2016.

* Courriel : camille.mahé@ac-caen.fr
** Sciences à l'École, 61 avenue de l'Observatoire, F-75014 Paris.

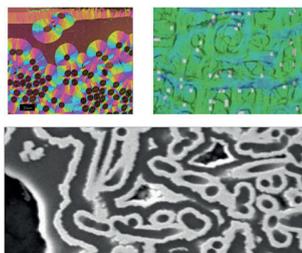


Laboratoire des Composites Thermostructuraux

UMR 5801 CNRS – Université de Bordeaux – Safran - CEA
3, Allée de la Boétie - 33600 Pessac
05 56 84 47 00
<http://www.lcts.u-bordeaux1.fr>
Directeur : Pr. Gerard L. Vignoles



Créé en 1988, le LCTS conduit des recherches fondamentales et appliquées dans le champ des Composites à Matrice Céramique (CMC) et des mousses céramiques renforcées. Il a été le premier laboratoire public associé avec un partenaire industriel : le groupe SAFRAN. Il partage aussi ses travaux avec le Commissariat à l'Energie Atomique (CEA).



Son activité concerne le développement de matériaux pour des applications en environnements extrêmes pour l'Aéronautique, le Spatial ou l'Energie. Le laboratoire a un effectif de 70 personnes dont 30 permanents et 20 doctorants.



Principaux Axes de Recherches :

Conception et développement de CMC composés de fibres longues de Carbone ou de Carbone de Silicium intégrées dans une matrice céramique, et de mousses céramiques renforcées.

Caractérisation physico-chimique et structurale à différentes échelles.

Analyse du comportement sous contraintes mécaniques, thermiques, oxydantes ou corrosives.

Modélisation et simulation de la structure et du comportement des matériaux thermostructuraux. Modélisation de leurs procédés d'élaboration.

