

Enseignement d'exploration : méthodes et pratiques scientifiques

Sherlock Holmes, I presume!

Parmi les thèmes de l'enseignement d'exploration Méthodes et pratiques scientifiques, celui de l'investigation policière remporte un franc succès. Comment les mathématiques et les sciences contribuent-elles à la résolution d'enquêtes criminelles ? Tel est l'enjeu du projet. À partir d'indices matériels, les élèves exploitent les connaissances acquises puis inventent des scénarios policiers.

Lycée Jules-Verne, Nantes [44]

Propos recueillis par J. Perru auprès de C. Huchet professeure de SVT et J. Edet, professeure de mathématiques

Tout amateur de romans policiers connaît Kay Scarpetta, médecin légiste et héroïne de Patricia Cornwell, romancière américaine à succès. Mais au-delà de la fiction à suspense, quelle place tiennent les sciences dans les enquêtes policières réelles ? Comment interviennent-elles dans les investigations ? Quelles sont les techniques employées par la police scientifique ? Quels métiers gravitent autour des affaires criminelles ? Au cours de leur premier semestre au lycée, de jeunes limiers se sont lancés sur la piste du crime, non pas au CDI, mais en ateliers de mathématiques et de SVT. Qu'il s'agisse de pollen, de poils, ou de taches de sang, rien n'a échappé à leur vigilance.

En quête d'indices

Cet enseignement a pour objectifs de faire explorer aux élèves différents domaines des mathématiques et des sciences, et de leur montrer l'apport de ces disciplines pour aider à trouver des réponses dans le cadre d'une investigation policière. Mais il s'agit aussi de leur faire découvrir des métiers et des formations afin de les aider à construire leur projet de poursuite d'études. Enfin, l'exploration consiste à initier les élèves à la démarche scientifique dans le cadre d'un projet concernant les enquêtes policières. L'effectif des élèves inscrits dans cet enseignement d'exploration étant de cinquante-

huit, il a fallu les diviser en trois groupes pour qu'ils puissent manipuler, en alternant les ateliers de travaux pratiques. Seule l'une des enseignantes avait les élèves en classe par ailleurs. Après un temps de concertation, les deux enseignantes de mathématiques et de SVT ont, à partir d'un texte de Locard¹, demandé quels étaient les indices disponibles sur une scène de crime. Puis les enseignantes ont exposé les divers outils, méthodes et démarches à la disposition des professionnels lors d'une investigation policière. La professeure de mathématiques s'est penchée sur la cryptologie tandis que sa collègue se consacrait aux analyses biologiques en divers ateliers comportant des TP. En mathématiques, les élèves ont étudié l'histoire du codage informatique, ainsi que certains systèmes cryptologiques célèbres tels que César, Al Kindy² et Viginère, qui font appel aux fonctions affines (voir annexe sur le site). Puis, en SVT, on a expérimenté la distinction entre poil animal et cheveu humain en observant leurs différences au microscope, avant de mesurer leur diamètre au moyen d'un logiciel. Un autre atelier a été consacré à l'analyse des pollens.

Investigation sanguine

Un travail conséquent a concerné les analyses sanguines et leur utilisation dans les enquêtes criminelles, au cours d'ateliers divers, sous forme de travaux pra-

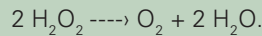
Sang et investigation policière

Atelier 1 : est-ce du sang ?

La molécule d'hémoglobine possède les mêmes propriétés que la catalase, car elle comporte, comme cette molécule, du fer inclus dans un groupement hème.

On appelle hème la molécule qui donne au sang sa couleur rouge : $C_{34}H_{32}FeN_4O_4$. Elle est formée de quatre chaînes polypeptidiques d'environ 500 acides aminés, comportant chacune un groupe hème.

La catalase est une enzyme universellement présente dans les cellules aérobies qui catalyse (= accélère) de façon extrêmement efficace la dismutation du peroxyde d'hydrogène en oxygène gazeux et eau selon la réaction :



La production rapide d'oxygène gazeux se traduit de façon visible à l'œil nu par la production de mousse. La mousse est donc une présomption de traces de sang.

Limites : Il n'est plus utilisé en médecine légale car des tests beaucoup plus sensibles et plus spécifiques sont aujourd'hui disponibles.

Atelier 2 : est-ce du sang humain ou animal ?

Les hématies d'actinoptérygiens, de lissamphibiens, de sauropsidés possèdent un noyau alors que celles des mammifères en sont dépourvues.

Limites : identification de l'espèce impossible, donc nécessité de recours à l'ADN

Atelier 3 : à quel groupe appartient le sang observé ?

Dans le cas où la reconnaissance de l'antigène se fait par l'anticorps, des points apparaissent : c'est la réaction d'agglutination des globules rouges. Par exemple, si le sang fait une réaction d'agglutination avec un sérum contenant des anticorps contre les molécules A notés anti-A, le groupe sanguin est A.

Atelier 4 : Peut-on déterminer le groupe sanguin d'un individu si l'on connaît celui de ses parents ?

Groupe sanguin du suspect	Groupe sanguin de ses parents	
	Parent 1	Parent 2
O	A	O
	A	B
	O	O
	O	A
	O	B
	A	A
	B	B
A	A	A
	O	A
	A	O
	AB	O
	O	AB
B	B	B
	O	B
	B	O
	O	AB
	AB	O
AB	AB	O
	A	B
	B	A

tiques. Tour à tour ont été examinés les moyens d'identifier une substance afin de déterminer, d'une part s'il s'agit de sang, d'autre part, s'il s'agit de sang animal ou humain, avant de savoir à quel groupe celui-ci appar-

tient ; puis recherche des marques héréditaires avant de pratiquer d'autres tests (voir ci-dessus). Lorsqu'un linge ou un autre support a servi à essuyer du sang, il contient le plus souvent des traces d'hémoglobine,

même s'il a été lavé, car les protéines se fixent aisément à divers supports, et l'hémoglobine est la protéine la plus abondante du sang – quinze grammes par litre en moyenne – auquel elle confère en outre sa couleur rouge. La réaction à l'eau oxygénée permet de détecter des traces de sang invisibles. Les élèves ont aussi découvert que l'analyse sanguine ne permet pas de trouver l'espèce animale concernée et qu'il est donc nécessaire de recourir à l'ADN. Ils se sont livrés à de nombreux travaux pratiques consistant, par exemple, à déterminer le groupe sanguin d'un individu. Autre situation abordée en TP : des traces de sang récoltées sur une scène de crime ont été analysées ; le sang appartient au groupe O. Deux individus sont suspects. Leurs parents respectifs sont convoqués par la police pour fournir leur carte de groupe sanguin. Il s'agit de déterminer le groupe sanguin d'un individu en fonction de sa généalogie (annexe disponible en ligne). Si l'on affine encore l'investigation, on peut être amené à chercher à identifier, parmi quatre personnes, un individu ayant été en contact avec la méningite. Le test d'Ouchterlony permet de détecter la séropositivité d'un individu à la méningite à méningocoques (annexe disponible en ligne).

Rencontres au sommet

L'enseignement qui s'est déroulé au cours du premier semestre a débuté par la projection d'un numéro de l'émission consacré à la police scientifique. Les élèves devaient repérer tous les métiers scientifiques, juridiques, techniques intervenant dans une enquête, et mentionnés dans l'émission. Par binômes, les élèves ont donc, après avoir choisi l'un d'entre eux, effectué des recherches, et présenté oralement une profession, les études nécessaires pour y parvenir, les qualités requises. Les enseignements d'exploration privilégient également l'intervention de professionnels. Des questions formulées par les élèves avaient été au préalable envoyées aux spécialistes. La conférence du docteur Clément, médecin légiste au CHU de Nantes, les a fortement impressionnés, comme en atteste ce qu'ils en ont écrit sur leur carnet de bord (annexe disponible en ligne). Certains ont été sensibles à l'aplomb nécessaire à l'exercice de cette macabre profession, à la responsabilité que celle-ci implique, ainsi qu'à la distance indispensable qu'il importe de maintenir lors des autopsies, tout autant qu'au côté profondément humain de l'intervenant. Le médecin a exposé les diverses missions qui sont les siennes : expertises non seulement de cadavres, mais aussi de corps vivants après coups et blessures, en précisant que son travail ne s'effectuait pas uniquement dans le cadre d'enquêtes policières. Venant en complément de la précédente, une autre conférence a été donnée par une pharmaco-toxicologue exerçant dans un laboratoire du CHU de Nantes. Cette experte a abordé les techniques d'analyses chimiques de substances toxiques en mon-

trant à quel point les équipements techniques, tels que des machines à bras automatisés employés pour effectuer des prélèvements, contribuent à faciliter la tâche. Elle en a profité pour alerter les élèves sur les dangers de produits toxiques, tels que la drogue du violeur, faisant œuvre de prévention autant que d'information.

L'effet Millenium

En binômes ou en trinômes, les élèves ont réalisé une production finale assez originale, puisqu'il s'agit de l'élaboration d'un scénario policier, preuves à l'appui, jusqu'à l'élucidation de l'énigme. La production a donné lieu d'une part à un écrit, d'autre part à une communication scientifique orale. Devant leurs camarades, les élèves ont donc mis en scène leur fiction en accompagnant leur récit d'indices matériels et de résultats d'analyses. Les autres groupes devaient tenter de résoudre l'énigme proposée. Comme dans un tribunal, ils ont donc préparé et exhibé, enveloppées dans des sachets scellés, des pièces à conviction : un vêtement taché de sang, un message codé, des poils, des chaussures. Ils ont ainsi été conduits à exploiter et appliquer les connaissances acquises sur l'analyse de poils, de sang, de pollens, etc. La consigne stipulait d'explicitier la démarche scientifique, d'évoquer les expériences menées, la modélisation de celles-ci, ainsi que l'exploitation des données. L'expérimentation et le raisonnement déductif étaient donc à l'œuvre dans ces communications. Les élèves ont également été amenés à lire des expertises virtuelles de médecins légistes. Les scénarios imaginés par les élèves vont parfois un peu rapidement à la conclusion sans toujours ménager un suspense suffisant, surtout que certains ont été pris de court pour peaufiner leur récit policier. Mais globalement, les élèves auront fait preuve d'inventivité, allant parfois jusqu'à prévoir plusieurs suspects (voir page 4). Les professeurs avaient elles-mêmes élaboré un scénario particulièrement sophistiqué, multipliant sans doute fausses pistes et chausse-trappes. Le temps a manqué cette année pour le soumettre à la sagacité des élèves. Sera-t-il dévoilé à leurs successeurs l'an prochain ? Le mystère reste entier...

Bilan d'expertise

La popularité de séries américaines telles que *Les Experts* n'est sans doute pas étrangère à l'intérêt que les élèves portent aux techniques contemporaines d'investigation. Mais pourquoi ne pas exploiter la culture des jeunes et moins jeunes afin de les motiver pour découvrir les démarches scientifiques ? Quelques éléments supplémentaires avaient été envisagés par les deux professeurs, tels que l'étude de la balistique et de la géodésie³, les tests ADN ou une visite au palais de justice. Mais le temps a manqué. Le programme sera peut-être remanié et ajusté l'an prochain en abrégant l'étude de la cryptographie qui sera abordée par Excell. Ayant for-

Scénarios policiers : énigmes et résolution

Scénario n° 1

Une jeune fille d'entre 18 et 21 ans est trouvée dans un parking souterrain à dix kilomètres de chez elle dans un véhicule aux vitres teintées. Elle est en sous-vêtements avec un message codé inscrit sur son ventre à l'aide d'une substance rouge. Sur la poignée de la voiture, une tache rouge ; des marques de strangulation sont visibles. Des poils noirs sont retrouvés près du corps, et des bottines pleines de terre dans une benne à ordures, à l'entrée du parking, desquelles du pollen a été prélevé. Il manque l'annuaire.

Suspects

N° 1 : Alexandre, fiancé de la victime. Cheveux noirs et bouclés. Situation financière : riche. Animal de compagnie : aucun. Alibi : à son domicile, seul. Chaussures : pollen de pin.

N° 2 : Jack, ex-petit ami de la victime. Chauve. Situation financière : stable. Animal de compagnie : chien noir. Alibi : promenait son chien dans le parc en compagnie d'un ami. Chaussures : pollen de cèdre.

N° 3 : Britney, sœur de la victime, ex-petite amie d'Alexandre. Cheveux bruns. Situation financière : riche. Animal de compagnie : poisson clown. Alibi : en discothèque. Chaussures : pollen de fougères.

Indices

- Message codé écrit avec un liquide rouge.
- Tache rouge sur la poignée de la voiture.
- Pollen sur chaussures.
- Poils noirs.

Scénario n° 2 :

Une femme est trouvée morte dans son appartement, accrochée à une poutre, une corde autour du cou. Nous avons remarqué des empreintes de chaussures avec de la boue. Aussi, la victime présentait des traces de violence physique. Des cheveux ont été retrouvés sur son corps et un mot codé dans sa main.

Indices

- Empreinte de boue de la chaussure analysée par la TIC.
- Analyse des cheveux retrouvés sur la victime pour prouver que le suicide n'en est pas un.
- Autopsie des coups et blessures ainsi que des lividités pour dater et connaître la cause de la mort.
- Mot codé laissé par la victime.

Scénario n° 3

Une jeune femme de 25 ans a été retrouvée morte dans un appartement le mercredi 22 décembre. D'après les voi-

sins l'ayant trouvée, l'appartement était sens dessus dessous, la télévision allumée et la table retournée. D'après les légistes, la mort aurait eu lieu vers 2 h du matin.

L'enquête policière révèle des traces de médicaments dans un des verres retrouvés chez elle. Les voisins ont déclaré qu'une personne est entrée chez elle ce soir-là. D'après sa famille, la jeune femme aurait vécu une rupture douloureuse il y a quelques mois, suite à une aventure entre sa meilleure amie Natacha et son copain Kévin.

Indices

- Lettre codée retrouvée sur son bureau.
- Page d'agenda de la veille de sa mort.
- Cheveux retrouvés sur son corps.
- Photo prise sur la scène du crime.

Résolutions

Résolution du scénario n° 1

Le pollen des bottines est le même que celui des bottes de Jack et les poils noirs sont des poils de chien : c'est donc Jack l'assassin. La victime est morte asphyxiée après strangulation puis sa tête a cogné contre la poignée de la portière de la voiture ce qui explique la présence d'une tache de sang. Le message dit : "Je t'aimais". Le meurtrier est donc le suspect n° 2.

Résolution du scénario n° 2

Après toutes ces analyses, on a découvert que le pollen présent dans la boue et laissé dans l'appartement provenait de la discothèque LC Club, car les pollens étaient identiques. Ensuite, les cheveux retrouvés sur la victime ne sont pas les siens donc il y a bien eu meurtre. Grâce à l'autopsie des lividités, la mort a pu être datée et les coups et blessures indiquent que la victime s'est fait étrangler par la corde, mais le médecin légiste a aussi relevé un coup mortel à la colonne vertébrale. Pour finir, sur le mot codé était écrit le nom suivant : "Lucien Dupont", qui s'avère être celui de son petit copain.

Résolution du scénario n° 3

La jeune fille s'est en fait suicidée. En effet, elle a voulu faire accuser son copain par pure vengeance. Pour cela, elle l'a fait venir chez elle et lui a arraché quelques cheveux. Après son départ, elle a renversé la table et s'est frappée de manière à faire croire à une dispute. Elle a ensuite avalé les médicaments qu'elle avait mis dans son verre. La lettre codée lui est destinée, car ils avaient un code ensemble. La page d'agenda prouve qu'elle avait rendez-vous avec son copain, et la photo que la trace de pas appartenait à un homme.

tement apprécié la venue du médecin légiste, les élèves ont acquis de nombreuses connaissances relatives à la police scientifique, qu'ils ont réinvesties dans leur production finale. Durant le second semestre dédié au thème Sciences et aliments, les professeurs ont mesuré l'évolution des élèves en termes de rapidité et d'autonomie. À travers l'investigation policière, cet enseignement d'exploration les a initiés, via l'expérimentation et le raisonnement hypothéticoductif, à la rigueur scientifique de

la démarche, voire de la recherche, à laquelle ils se sont confrontés. Un faisceau d'indices permet d'en déduire indubitablement que la mission a été accomplie. □

1. Né à Lyon, Edmond Locard, père du premier laboratoire de police scientifique, est surnommé le "Sherlock Holmes" français.
2. Le Al Kindy code repose sur la technique d'analyse fréquentielle des lettres d'un texte chiffré.
3. En géométrie métrique, une géodésique désigne le chemin le plus court entre deux points d'un espace, une fois donné un système de mesure des distances.