



# éduscol



Ressources pour le lycée général et technologique

Ressources pour la classe de seconde  
générale et technologique

---

## Méthodes et pratiques scientifiques

### Thème science et investigation policrière - Projet « autour de la disparition de monsieur X »

### Enseignement d'exploration

Ces documents peuvent être utilisés et modifiés librement dans le cadre des activités d'enseignement scolaire, hors exploitation commerciale.

Toute reproduction totale ou partielle à d'autres fins est soumise à une autorisation préalable du directeur général de l'Enseignement scolaire.

La violation de ces dispositions est passible des sanctions édictées à l'article L.335-2 du Code de la propriété intellectuelle.

25 août 2010  
(édition provisoire)

# THÈME SCIENCE ET INVESTIGATION POLICIÈRE

## Projet « autour de la disparition de Monsieur X »

Ce projet fournit des pistes pour l'organisation et la mise en place d'activités dans le thème « Science et investigation policière », mais aussi des ressources parmi lesquelles les enseignants pourront puiser afin de concevoir des séances adaptées aux spécificités locales (niveau et centres d'intérêt des élèves, ressources locales, organisation pédagogique...). L'organisation pédagogique spécifique de cet exemple ne pourra pas être réalisée partout. Il importe de n'attribuer à ce sujet aucun caractère modélisant.

### *Scénario : Première Partie*

Nous sommes au milieu du printemps, dans une ville moyenne.

Un soir, une dame habitant un appartement situé au troisième étage d'un immeuble entouré d'allées et de jardins entend des cris et des bruits forts dans le studio au dessus de chez elle. Cet appartement est habité par Monsieur X. Cet homme discret, qui travaille dans une entreprise de chimie, vit seul dans cet appartement. Inquiète, la voisine appelle au téléphone la sœur de Monsieur X. Celle-ci arrive rapidement sur les lieux.

Après plusieurs coups de sonnette infructueux, elle ouvre l'appartement avec un double de clés en sa possession.

Elle découvre alors un grand désordre dans l'appartement et constate l'absence de son frère.

Très inquiète, elle appelle la police.

En arrivant sur place, les policiers estiment la situation suffisamment grave pour avertir le commissariat qui contacte le procureur. Celui-ci commande l'intervention immédiate des techniciens de la police scientifique.

En arrivant sur place, les techniciens photographient les lieux :

un lit défait dans un angle du studio, un coin-cuisine rempli de vaisselle renversée, un bureau en désordre jonché de papiers sous une fenêtre ouverte, un canapé, une télévision à écran plat accrochée au mur, des vêtements sur le sol ainsi qu'un sac de sport et des clubs de golf, une plante verte...

Puis ils repèrent et prélèvent différents indices :

- **Indice 1** : Plusieurs tâches de sang frais sur le mur et au sol.
- **Indice 2** : À côté du bureau, une corbeille à papier contenant un papier froissé en boule sur lequel figure une série de mots incompréhensibles
- **Indice 3** : Une pierre arrondie sur le bureau,.
- **Indice 4** : Un mégot de cigarette dans le pot de la plante verte.
- **Indice 5** : Au pied du canapé, un verre vide contenant une poudre blanche, et un tube de paracétamol sur la table basse.

Tous ces indices sont rapportés au laboratoire afin d'être étudiés.

Un plan des lieux (immeuble et jardin, appartement, meubles au sol...) peut être fourni aux élèves à cette étape ou ultérieurement.

Par ailleurs, des interrogations sont menées auprès des membres de la famille et dans l'entreprise du disparu.

La famille confirme que Monsieur X est un homme solitaire.

Dans son entreprise, on informe les policiers que Monsieur X travaille actuellement sur une nouvelle molécule entrant dans la composition d'une crème antirides révolutionnaire. C'est peut-être une piste à creuser...

## *Scénario : Deuxième Partie*

Quelques semaines plus tard, alors que Monsieur X n'est toujours pas réapparu....

La première partie de l'enquête a fourni une adresse où se sont rendus les enquêteurs : il s'agit d'une maison entourée d'un jardin clos.

Après enquête rapide, il s'avère que cette maison est louée par un Anglais nommé Pat. RECKLER.

La demeure semble inoccupée.

Le procureur autorise les policiers à y pénétrer en compagnie des techniciens de la police scientifique.

- **Indice 6** : traces de sang, empreintes digitales...
  
- **Indice 7** : Dans la corbeille du gestionnaire de messagerie de l'ordinateur, parmi des courriels d'échanges anodins, un courriel codé. Bizarre ... !!

Pendant ce temps, les mathématiciens de la section balistique ont été mobilisés pour identifier le point d'où a pu être lancée la pierre trouvée chez Monsieur X .

- **Indice 8** : Résultats des premières études sur la trajectoire de la pierre.

C'est alors qu'intervient un rebondissement important dans l'enquête : un promeneur a fait une découverte macabre dans un bois situé à une trentaine de kilomètres de la ville : au pied d'un escarpement rocheux, en partie recouvert de feuilles, gisait un corps dont la mort remontait visiblement à plusieurs jours.

Arrivés sur les lieux, les gendarmes font le lien avec la disparition de Monsieur X, et appellent aussitôt les policiers chargés de l'enquête.

Malgré l'état avancé de décomposition du cadavre, ceux-ci l'identifient et chargent les techniciens de la police scientifique d'un relevé d'indices.

Le corps est emporté à l'institut médico-légal pour autopsie et prélèvement d'indices supplémentaires

- **Indice 9** : Différentes espèces d'insectes nécrophages recueillis sur le corps.
  
  - **Indice 10** : De la terre, collée sous les semelles des chaussures.
- On va peut-être enfin connaître le fin mot de l'histoire...



- **Séances 8 et 9 : Colloque par classe**

Pour la classe A, le groupe A1 présente ses recherches et résultats à toute sa classe et à un des enseignants pendant environ 20 minutes, puis l'enseignant corrige d'éventuelles erreurs sur le plan scientifique et complète si besoin l'énoncé du groupe A1 ; puis c'est au tour du groupe A2... On peut envisager une rotation des enseignants pour pouvoir corriger les erreurs sur les indices qui les concernent et qu'ils maîtrisent.

Attentes concernant les élèves « spectateurs » :

- Évaluer la présentation orale des autres groupes sur le plan de la forme (*fournir une grille d'évaluation assez simple et courte*).
- Prendre des notes sur ce qui n'est pas compris pour pouvoir poser des questions lors des groupes d'experts (*séance 10*).

- **Séance 10 : Note de synthèse par classe et suite du scénario**

Pour la classe A : on construit des « groupes d'experts ». Pour chaque groupe, on prend un élève dans le groupe A1, un dans le groupe A2..., un dans le groupe A6 (chaque indice est alors représenté).

Chaque groupe d'experts élabore une note de synthèse d'une page sous la forme d'un tableau comprenant :

- Pour chaque indice : les résultats, les méthodes utilisées et les mots clés.
- Un scénario possible au vu de l'avancée de l'enquête.
- Des questions non élucidées, des éléments manquants.

**Programmation possible des séances**  
(1/2 année = 18 séances de 1,5 h)

Mise en place	<b>Séance n°1</b> Concertation préalable des 3 enseignants intervenants.		
	<b>Séance n°2</b> Séance de présentation du projet, de l'organisation et des scènes de crimes.		
	Différentes modalités possibles	Avantages	Inconvénients
	a) Séance plénière.	Approche interdisciplinaire.	Effectif total d'élèves.
b) Un professeur présente à une classe.	Gestion du groupe.	Cloisonnement.	
c) On divise le temps en trois et on recommence notre petit scénario 3 fois.	- Approche interdisciplinaire. - Gestion du groupe.	Une partie des élèves libres.	
Travail sur le premier groupe d'indices	<b>Séances</b>		<b>Compétences évaluables</b>
	<b>Séances n°3, 4 et 5.</b> Activités par groupes.		C1 : Compléter ses connaissances. C2 : S'informer. C3 : Raisonner, démontrer.
	<b>Séances n°6 et 7. Document communicable et préparation de l'oral</b> Synthèse par les groupes d'indices, production d'un document communicable sur les différentes notions abordées et préparation de l'oral de présentation lors du « colloque » par classe.		C4 : Communiquer.
	<b>Séances n°8 et 9. Colloque par classe</b> Présentation orale par 6 groupes d'indices.		C4 : Communiquer.
	<b>Séance n° 10. Note de synthèse par classe et suite du scénario</b> - Rédaction les groupes d'experts d'une note de synthèse globale, comprenant notamment un scénario possible et des éléments manquants. - Présentation des nouveaux indices.		
Travail sur le deuxième groupe d'indices	<b>Séances n°11 et 12.</b> Activités par groupes.		C1 : Compléter ses connaissances C2 : S'informer. C3 : Raisonner, démontrer.
	<b>Séance n°13.</b> Synthèse par groupes, production d'un document communicable sur les différentes notions abordées et préparation de l'oral de présentation lors du « colloque » par classe.		C4 : Communiquer.
	<b>Séances n° 14, 15 et 16.</b> Même fonctionnement que pour les séances 8, 9 et 10.		C4 : Communiquer.
	<b>Séance n°17. Bilan</b> Recherche de scénarii possibles.		
	<b>Séance n°18.</b> Concertation entre enseignants ou visite extérieure au lycée.		

## Concertation

### **L'approche interdisciplinaire est essentielle pour mener à bien ce projet.**

Il est donc indispensable de prévoir :

- Un fonctionnement de classes en « barrettes ».
- Du temps de concertation pour les professeurs des 3 disciplines qui vont intervenir :
  - ✓ 2 séances en début d'année pour préparer le scénario et finaliser la progression.
  - ✓ Éventuellement 1 séance à la fin de l'exploitation du 1<sup>er</sup> groupe d'indices : harmonisation de l'évaluation, bilan à mi-parcours...
  - ✓ 1 séance à la fin du thème : bilan et préparation du thème suivant.

## Indices

Pour chaque discipline sont proposées quatre fiches « indices », et pour chacune d'elles, un exemple détaillé à destination du professeur est disponible.

Lien vers les fiches indices en mathématiques : [annexe 1 : indices maths](#)

Lien vers les compléments pour le professeur de mathématiques : [annexe 2 :](#)

Lien vers les fiches indices en SPC : [annexe 3 : indices SPC](#)

Lien vers les compléments pour le professeur de SPC : [annexe 4](#)

Lien vers les fiches indices en SVT : [annexe 5 : indices SVT](#)

Lien vers les compléments pour le professeur en SVT : [annexe 6](#)

## **Informations générales et techniques de la police scientifique**

### **Sites :**

<http://www.gendarmerie.interieur.gouv.fr>

Police Nationale Scientifique : <http://www.inps.interieur.gouv.fr/>

Article « police scientifique » dans Encyclopédia Universalis

<http://www.samu-urgences-outremer.org/program/1ercongres/program/docs/Vendredi/salle2/plaiearme/legisturg.pdf>

(document en collaboration avec la Gendarmerie Nationale)

<http://maison-des-sciences.org/wp-content/uploads/2008/09/dossier-peda-tic1.pdf>  
(dossier pédagogique de l'exposition de l'espace Mendès France à Poitiers)

<http://www.kasciope.org/Police-Scientifique-Sciences-en>  
(dossier pédagogique CCSTI Drôme) → voir bibliographie du dossier

### **DVD :**

« C'est pas sorcier ! » Titre : Police scientifique, Les sorciers mènent l'enquête.

« C'est pas sorcier ! » Titre : Police scientifique, Les sorciers jouent les experts.

### **Métiers**

#### **Site :**

[http://www.onisep.fr/chats/police\\_scientifique/supplement\\_chat\\_olivier.htm](http://www.onisep.fr/chats/police_scientifique/supplement_chat_olivier.htm)

### **SVT**

#### **Sites :**

Groupes sanguins : <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/ATP/frottis.htm>

Empreintes ADN

- les empreintes génétiques :

[http://nature.ca/genome/03/d/40/03d\\_40\\_f.cfm](http://nature.ca/genome/03/d/40/03d_40_f.cfm)

[http://www.cite-sciences.fr/francais/ala\\_cite/expo/tempo/defis/codebarr/paternite.html](http://www.cite-sciences.fr/francais/ala_cite/expo/tempo/defis/codebarr/paternite.html)

- principe de la PCR :

<http://www.ens-lyon.fr/RELIE/PCR/principe/principe.htm>

<http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/PCR/index.htm>



Entomologie médico-légale

<http://www.inra.fr/opie-insectes/pdf/i147charabidze-bourel.pdf>  
accompagne ce document)

(une bibliographie

Palynologie

<http://svt.ac-bordeaux.fr/Res-Peda/Prog-Lyc/Spe-Term/Dupasse/Polchouz/Palyno/Pollens/pollen.htm#deter>

Manuels de SVT Terminale S spécialité SVT

Sécurité au laboratoire

[http://pedagogie.ac-toulouse.fr/svt/serveur/labo/securite\\_svt/prodhum.htm](http://pedagogie.ac-toulouse.fr/svt/serveur/labo/securite_svt/prodhum.htm)  
[http://pedagogie.ac-toulouse.fr/svt/serveur/labo/securite\\_svt/utilanim.htm](http://pedagogie.ac-toulouse.fr/svt/serveur/labo/securite_svt/utilanim.htm)

## **Maths**

### **Revue :**

Science et Vie Junior HS n°53 Les codes secrets

Tangente HS n°26 Cryptographie

Science et Avenir Mai 2010 n°759 Cryptographie

### **Sites :**

Tâche de sang :

Pour les enseignants : sur le site de l'université britannique de Dundee rechercher l'expression « blood spatter » <http://www.dundee.ac.uk/>

## **SPC**

### **Sites :**

Site interactif : scène de crime et recueil d'indices ...

<http://www.centredessciencesdemontreal.com/static/autopsie/flash.htm>

Observatoire européen des drogues et toxicomanie :

<http://www.emcdda.europa.eu/publications/drug-profiles/fr>


Spectrométrie de masse :


<http://www-esbs.u-strasbg.fr/notesdecours/>


Fluorescence, phosphorescence :


[http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/XML/db/csphysique/metadata/LOM\\_CSP\\_Couleur.xml#id2521144](http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/XML/db/csphysique/metadata/LOM_CSP_Couleur.xml#id2521144)

## Annexe 1 : indices Maths

	<p style="text-align: center;"><b>Indice maths 1</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Détermination de la zone d'origine du sang trouvé sur le mur</b></p>
<p>Objectif</p>	<p>Déterminer dans l'appartement l'emplacement de Monsieur X lorsque son sang a été éjecté.</p>
<p>Justification de la technique utilisée</p>	<p>Il est important pour l'enquête de reconstituer tous les évènements qui se sont déroulés avec le plus de précisions possibles.</p>
<p>Activités</p>	<p>Trois séances : pour guider les élèves ; leur sont distribués des documents sur les formes possibles de trace de sang et sur les angles d'impact afin de déterminer l'emplacement cherché</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Travail sur le cercle et l'ellipse à l'aide d'un logiciel de géométrie dynamique (équation caractéristique). Vérification à partir de photos que ces modèles correspondent aux taches de sang.</li> <li>• Modélisation de la trajectoire d'une goutte de sang à l'aide d'un faisceau laser, repérage des angles d'impacts et début du travail sur la relation liant les trois angles d'impact.</li> <li>• Détermination de la relation liant les trois angles d'impact et détermination de la zone d'origine à l'aide de la construction d'une maquette de l'appartement.</li> </ul>
<p>Résultats</p>	<p>La zone se situe sur le canapé. À côté ce celui-ci, on a retrouvé le club de golf ensanglanté.</p>
<p>Compétences et connaissances mises en jeu</p>	<p>C1 : Découverte de nouveaux ensembles de points.            C1 : Utilisation de la trigonométrie dans le triangle rectangle.            C1 : Développement de la vision dans l'espace.            C3 : Utilisation d'un logiciel de géométrie dynamique.</p>

	<b>Indice maths 2</b>  <b>Décodage des messages trouvés sur le bureau et sur le papier froissé</b>
Objectif	Déterminer si la série de mots incompréhensible trouvée cache ou non un message important pour l'enquête.
Justification de la technique utilisée	Des séries de lettres peuvent être un message encodé ce qui nécessite de découvrir la technique de décryptage.
Activités	<p>Trois séances sont prévues.</p> <p>On veut faire découvrir aux élèves la cryptographie au travers d'exemples simples.</p> <p>Pour les guider, on donne des documents sur le vocabulaire utilisé en cryptographie, un document sur le code César et un sur le codage affine. On peut mettre à leur disposition les numéros spéciaux des revues suivantes : Tangente, Science et vie junior et Science et vie.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Découverte du code César</b> Chaque groupe a un message codé, il doit réussir à le décoder par tâtonnement. Au cours de la séance, on invite chaque groupe à construire deux disques représentant chacun l'alphabet. (ces deux disques vont les aider dans leur recherche et les aideront à présenter leur travail aux autres)</li> <li>• <b>Travail sur le codage affine</b> Dans chaque groupe, chaque élève va coder son prénom avec une clé fixée par l'enseignant, les autres groupes devront retrouver la clé connaissant le texte clair et le texte chiffré.</li> <li>• <b>Décodage du message</b> sur le papier froissé en utilisant les fréquences d'apparition des différentes lettres dans la langue française.</li> </ul>
Résultats	<p>Les messages codés en code César n'apportent pas, à cet instant, d'informations sur la disparition (l'un des textes parle de VIGENÈRE et donne la clé pour le dernier message).</p> <p>Le message codé en codage affine fixe un rendez-vous. Il indique l'adresse d'un inconnu (le suspect, qui deviendra bientôt l'assassin).</p>
Compétences et connaissances mises en jeu	<p>C1 : Notions de nombres premiers.</p> <p>C1 : Utilisation des statistiques dans un autre domaine.</p> <p>C3 : travail sur la démarche scientifique.</p>

	<b>Indice maths 3</b>  <b>Suite de l'indice "Sur le bureau, une pierre arrondie"</b>
Objectif	Déterminer si la pierre a été envoyée depuis le jardin.
Justification de la technique utilisée	Si la pierre a été utilisée pour lancer le papier contenant le message codé depuis l'extérieur, il faut peut-être chercher d'éventuels témoins oculaires.
Activités	<p>Deux séances sont prévues pour proposer une modélisation mathématique à partir des résultats expérimentaux de SPC.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modélisation à l'aide d'un logiciel de géométrie dynamique de la trajectoire possible à partir de toutes les dimensions connues. Recherche à l'aide d'un tableur d'une trajectoire (courbe de tendance).</li> <li>• Vérification de la validité des coefficients trouvés avec l'équation donnée par la physique.</li> </ul>
Résultats	La pierre n'a pas pu être lancée depuis le jardin, on ne recherche donc pas de témoins oculaires.
Compétences et connaissances mises en jeu	<p>C3 : Utilisation de logiciel de géométrie dynamique et de tableur.  C2 : Introduction et utilisation de régression linéaire et polynomiale sur des exemples simples.  C1 : Utilisation des connaissances des fonctions polynômes du second degré.  C3 : Vérification d'un modèle.</p>

	<b>Indice maths 4</b>  <b>Décodage des messages trouvés sur l'ordinateur</b>
Objectif	Découvrir le contenu des courriels cryptés effacés.
Justification de la technique utilisée	La connaissance de ces courriels permettra peut-être de confondre un peu plus le suspect.
Activités	<p>Deux séances sont prévues pour faire découvrir aux élèves une autre façon de crypter.</p> <p>Par rapport à la première phase, les élèves travaillent plus en autonomie grâce aux explications des autres élèves et aux revues Tangente, science et vie junior et science et vie.</p> <p>Chaque groupe a le même message à décoder.</p> <p>Ils pourront essayer de le décoder avec les fréquences.</p> <p>Ils devront aller rechercher le principe du chiffre de VIGENÈRE et utiliser un texte de la première phase.</p>
Résultats	Ce message donne le mobile du crime : Monsieur X faisait chanter l'assassin.
Compétences et connaissances mises en jeu	<p>C3 : Travail de la démarche expérimentale.</p> <p>C1 : Utilisation des statistiques dans un autre domaine mathématique.</p>

## Annexe 2 pour le professeur de mathématiques

Fiche détaillée des activités relatives à l'indice Maths 1

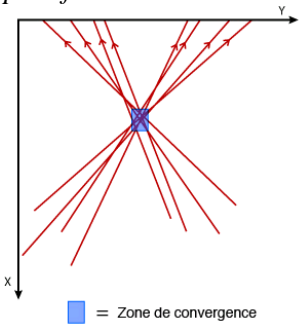


Indice maths 1

**Détermination de la zone d'origine du sang  
trouvé sur le mur**

Objectif : on veut déterminer l'emplacement de la personne ayant saigné dans l'appartement lorsque son sang a été éjecté afin d'émettre des hypothèses sur ce qui aurait pu se passer.

	Matériel et documents fournis	Activités élèves	Commentaires et objectifs
Séance 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documents sur les traces de sang (annexe 1).</li> <li>• Photos (annexe 1) de gouttes de sang (sur le sol, sur un mur, sur un club de golf).</li> </ul>	<p>Travail sur l'ellipse et le cercle.</p> <p><b>Activité 1</b></p> <p>On donne les équations de différentes courbes :</p> $x^2 + y^2 = 36 ; y = 2x^2 - 3x + 1 ; y = x^2 ;$ $\frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{9} = 1 ; y = 2x - 3.$ <p>Construire un tableau de valeurs pour chacune d'entre elles et tracer le nuage de points correspondant, à la main ou à l'aide d'une calculatrice graphique.</p> <p><b>Activité 2</b></p> <p>1) Tracer à l'aide d'un logiciel les courbes. d'équations :</p> $x^2 + y^2 = a \text{ et } \frac{x^2}{b} + \frac{y^2}{c} = 1 \text{ avec } a, b, c \text{ des réels positifs.}$ <p>2) Dans l'équation <math>x^2 + y^2 = a^2</math>, que peut bien représenter le réel <math>a</math> ?</p> <p>3) Dans l'équation <math>\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1</math>, que peuvent bien représenter les réels <math>a</math> et <math>b</math> ? Que se passe-t-il si <math>a = b</math> ?</p> <p><b>Activité 3</b></p> <p>À l'aide du site Wikipédia, faire un résumé, d'une demi-page maximum, pour expliquer aux autres experts la nature des ensembles que vous avez découverts dans l'activité 2</p>	<p><i>Cette séance demande une salle équipée d'ordinateurs.</i></p> <p><i>Activité 1</i> Chaque équation détermine un ensemble de points. L'élève reconnaît certaines courbes.</p> <p><i>Activité 2</i> L'élève utilise des curseurs. L'élève doit écrire ses conjectures sur son cahier de recherche. L'élève découvre une équation caractéristique de l'ellipse et du cercle.</p> <p><i>Activité 3 :</i> Grâce aux données de Wikipédia, l'élève valide ses conjectures. L'enseignant peut intervenir pour valider le document créé par l'élève.</p>

<p>Séances 3 et 4</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Photo (annexe 1) de taches de sang avec échelle apparente à l'aide d'une règle.</li> <li>• Lampe torche et fils.</li> <li>• Document sur les angles d'impacts (annexe 2).</li> <li>• Le plan du studio et une image du mur taché de sang.</li> </ul>	<p><b>Activité 4</b></p> <p>À partir de la photo du mur taché de sang, choisir une tache, mesurer le petit axe et le grand axe. Tracer une ellipse correspondante à l'aide d'un logiciel (Géogébra) et vérifier que ce modèle correspond bien à la tache choisie. Recherche de la « zone d'origine ».</p> <p><b>Activité 5</b></p> <p>On admet que la trajectoire du sang peut être modélisée par le faisceau de lumière issu d'une lampe torche.</p> <p>a) Placer une chaise à un mètre du mur, elle restera en place pendant toute l'activité. Projeter la lumière sur le mur à partir du haut de la chaise. Quelle est la forme de la tache de lumière obtenue sur le mur ?</p> <p>b) Modéliser en fixant un fil sur la chaise et au mur la trajectoire de lumière. Recommencer cette expérience 5 fois. Pour une (ou deux) de vos trajectoires précédentes, à l'aide des documents, repérer et mesurer les trois angles d'impacts et les trois composantes vectorielles <math>V_x</math>, <math>V_y</math> et <math>V_z</math>.</p> <p>c) Vérifier deux formules données dans les documents.</p> <p><b>Activité 6 « Pour aller plus loin »</b></p> <p>a) Établir une formule permettant de calculer <math>\sin(\gamma)</math>, <math>\tan(\alpha)</math> et <math>\tan(\beta)</math> en fonction de <math>V_x</math>, <math>V_y</math> ou <math>V_z</math>.</p> <p>b) Démontrer l'équation (E) reliant les trois angles.</p> <p><b>Activité 7</b></p> <p>À l'aide de la photo du mur taché de sang, du plan du studio et des résultats des activités précédentes, déterminer la zone d'origine du sang.</p>	<p><b>Activité 4 :</b></p> <p><i>L'élève vérifie que le modèle mathématique choisi est cohérent avec la réalité.</i></p> <p><b>Activité 5</b></p> <p>a) <i>L'élève vérifie que le modèle de la « torche » choisi est cohérent avec la forme des taches de sang (cf Activité4).</i></p> <p>b) <i>Comprendre la trajectoire possible du sang.</i></p> <p>c) <i>Comprendre le document. Visualiser le lien entre la forme de l'ellipse et l'angle d'impact <math>\alpha</math>.</i></p> <p><i>L'enseignant pourra aider l'élève à se rendre compte que la position des points d'impact permet de connaître la zone d'origine, mais seulement par une vue du dessus, sans savoir déterminer la hauteur de la personne.</i></p> <p><b>Activité 6 :</b></p> <p><i>Travailler la représentation dans l'espace et la trigonométrie dans le triangle rectangle.</i></p> <p><b>Activité 7 :</b></p> <p><i>L'élève doit mesurer les axes et gamma de plusieurs taches et doit représenter la zone de convergence sur le plan fourni.</i></p> 
---------------------------	---	---	---

## Annexe 1

### Doc 1. Les taches de sang indiquent comment le sang a été projeté hors du corps à travers plusieurs facteurs

- Les types de blessures.
- L'ordre dans lequel les blessures ont été reçues.
- Le type d'arme qui a causé les blessures.
- Si la victime bougeait ou était en mouvement lorsque les blessures ont été infligées.
- Si la victime a été bougée après que les blessures ont été infligées.
- La distance parcourue par les gouttes de sang avant de frapper la surface sur laquelle on les a découvertes.

Cette dernière information permet de localiser la victime au moment où le sang a été projeté. Ceci est votre mission !

### Doc 2. Les gouttes de sang peuvent être classifiées en six types distincts

- Des gouttes sur une surface horizontale.
- Des giclées provenant de sang projeté en l'air en frappant une surface selon un angle précis.
- Des marres de sang autour du corps, qui peuvent montrer s'il a ou non été traîné sur le sol.
- Des traces laissées par le mouvement d'une personne qui saigne.
- Des pistes sanglantes, en forme de tache lorsqu'un corps est traîné ou en goutte s'il a été transporté ou si la victime a voulu s'enfuir.

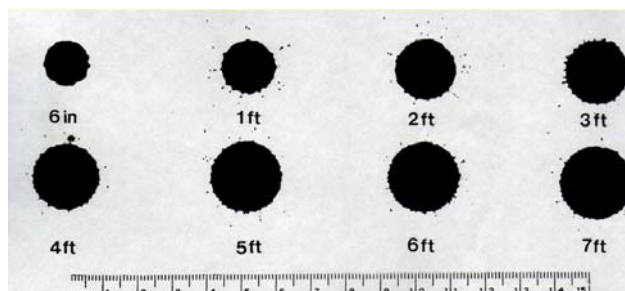
### Doc 3. Le vol des gouttes de sang

Des expériences ont montré qu'une goutte de sang tend à former une sphère lors de son vol plutôt que la forme artistique d'une goutte. C'est ce qu'on attendrait d'un fluide en [chute libre](#). La formation d'une sphère est le résultat de la [tension de surface](#) qui lie les molécules entre elles.

Lorsqu'une goutte de sang rencontre une surface, la tache bien formée a la forme d'une ellipse, ce qui a son importance pour le calcul de l'angle d'impact. Cet angle sera utilisé pour déterminer le point d'où vient le sang, qui est appelé « point d'origine » ou plus précisément « zone d'origine ».

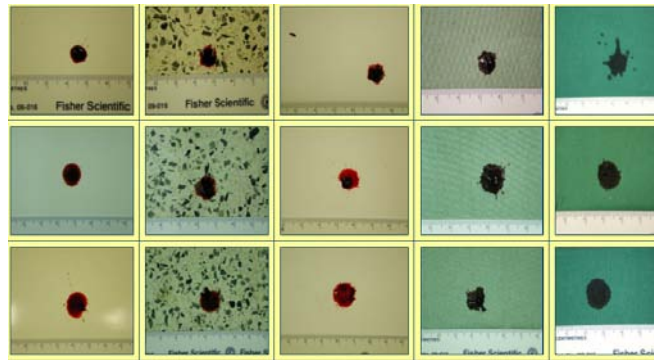
Une seule goutte de sang n'est pas suffisante pour déterminer la zone d'origine sur une scène de crime. La détermination des angles d'impact et le positionnement de la zone d'origine doivent être basés sur la considération de plusieurs gouttes.

Photos de gouttes de sang sur une surface horizontale





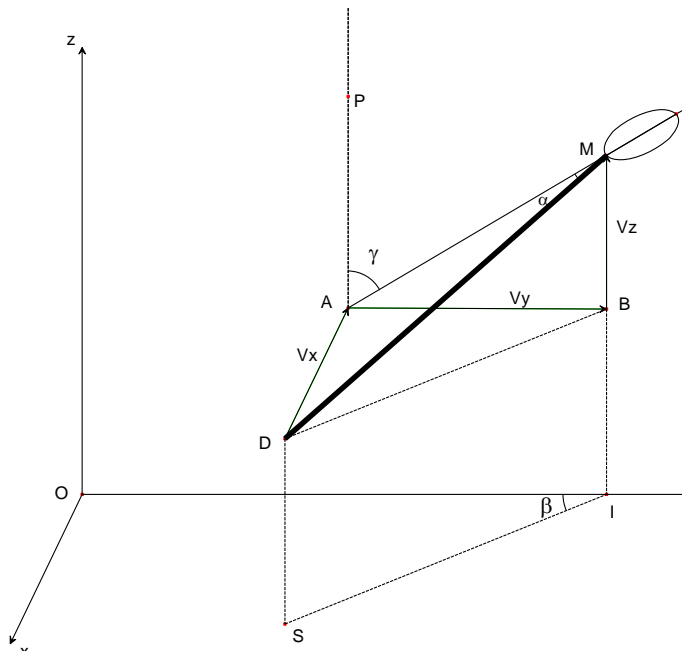
Photos de taches de sang provenant de giclées frappant une surface selon un angle précis



Annexe 2

#### Doc 4. Repérage des angles

À cause de l'aspect tridimensionnel des trajectoires, il y a trois angles d'impact  $\alpha$ ,  $\beta$ , et  $\gamma$ .



À cause de l'aspect tridimensionnel des trajectoires, il y a trois angles d'impact  $\alpha$ ,  $\beta$ , et  $\gamma$ .

- On repère la tâche par un point M.

-  $\gamma$  est l'angle de la trajectoire de la tâche de sang mesuré à partir de la verticale de la surface, c'est-à-dire l'angle ( $MAP$ ).

-  $\alpha$  est l'angle d'impact de la trajectoire de la tâche sortant de la surface, c'est à dire l'angle ( $AMD$ ).

-  $\beta$  est l'angle de la trajectoire de la tâche pivotant sur l'axe vertical, c'est-à-dire l'angle ( $OIS$ ).

- la trajectoire du sang de D à M peut se décomposer selon  $\overline{DA} + \overline{AB} + \overline{BM}$ , noté  $\overline{Vx} + \overline{Vy} + \overline{Vz}$ .

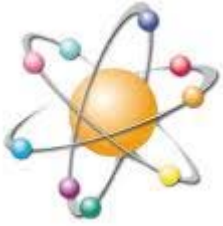
Dans le cas des tâches en forme d'ellipse, on admet que  $\sin \alpha = \text{petit axe} / \text{grand axe}$  (Note de bas de page).

Dans la réalité, on est capable de mesurer  $\gamma$ , le grand axe et le petit axe de la tâche en forme d'ellipse. Les trois angles d'impacts sont reliés par la trigonométrie grâce à l'équation suivante :  $\tan \beta = \tan \alpha / \sin \gamma$

Note :

Étude des gouttes de sang projeté : Rapport présenté au XXIIe Congrès de médecine légale de langue française Paris, 5, 6, 7 juin 1939 de Victor Balthazard (Auteur ayant collaboré avec Herbert Leon MacDonell).

### Annexe 3 : indices SPC

	<p><b>Indice Physique-Chimie 1</b></p> <p><b>Analyse de la poudre blanche retrouvée dans le verre</b></p>
<p>Objectif</p>	<p>Déterminer si la poudre blanche est du paracétamol, comme le laisserait penser le tube trouvé à côté du verre.</p>
<p>Justification de la technique utilisée</p>	<p>Déterminer si la victime a été droguée ou si elle avait simplement mal à la tête...</p>
<p>Activités</p>	<p>Trois séances sont prévues.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Séance 1</li> </ul> <p>Recherches à partir d'une banque de documents tels que</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ le site interactif de Montréal (cf. sitograohie) qui permettrait aux élèves d'avoir l'idée d'utiliser deux techniques : la chromatographie et la spectrométrie de masse.</li> <li>○ des fiches sur la chromatographie sur couche mince.</li> <li>○ des fiches sur la spectrométrie de masse.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Séance 2</li> </ul> <p>Réalisation de la chromatographie de notre fameuse poudre blanche.</p> <p>→ résultat partiel : la poudre contient du paracétamol et une autre substance inconnue.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Séance 3</li> </ul> <p>La spectrométrie de masse fournit la masse molaire de la substance inconnue. A partir d'une banque de données de molécules possibles, recherche du sédatif administré (calcul de masses molaires).</p>
<p>Résultats</p>	<p>La victime a été droguée.</p>
<p>Compétences et connaissances mises en jeu</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Savoir chercher des informations dans une banque de données : C2.</li> <li>- Comprendre et utiliser la technique de CCM : C1.</li> <li>- Calculer des masses molaires : C1.</li> </ul>



## Indice Physique-Chimie 2

### Sur le bureau, une pierre arrondie...

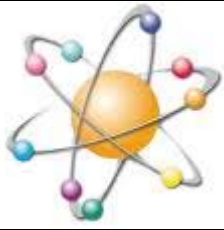
Objectif	Déterminer la trajectoire d'une pierre qui a été lancée.
Justification de la technique utilisée	Savoir si la pierre a pu être lancée de l'extérieur.
Activités	<p>Ici seule la démarche expérimentale est abordée, l'objectif étant de permettre au mathématicien de modéliser la trajectoire sous la forme d'une parabole.</p> <p>Trois séances sont prévues.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Acquisition d'une vidéo du lancer d'une balle de tennis.</li><li>• Traitement à l'aide du logiciel AVIMECA : pointage des différentes positions.</li><li>• Modélisation de la trajectoire avec le logiciel REGRESSI.</li><li>• Étude de l'influence de différents paramètres sur l'allure de la trajectoire (masse du projectile, vitesse initiale...).</li></ul>
Résultats	La trajectoire de la pierre est parabolique.
Compétences et connaissances mises en jeu	Savoir enregistrer expérimentalement la trajectoire d'un projectile et utiliser les logiciels de pointage et de calcul : C3, C1.



### Indice Physique-Chimie 3

## Relevé d'indices dans la maison du suspect

Objectif	Comment rendre visibles des indices invisibles ?
Justification de la technique utilisée	On veut savoir si la victime a séjourné dans la maison du suspect.
Activités	<p>Deux séances sont prévues.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recherche à partir d'une banque de documents pour donner aux élèves l'idée d'utiliser le « polilight » et le luminol</li> <li>• Recherches complémentaires concernant le « polilight » : spectre de la lumière blanche, couleur d'un objet, utilisation de filtres colorés,... Réalisation d'expériences à la demande.</li> <li>• Recherches complémentaires concernant le luminol : fluorescence,... Réalisation possible d'une expérience</li> </ul>
Résultats	Des traces de sang sont retrouvées dans la maison
Compétences et connaissances mises en jeu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Savoir chercher des informations dans une banque de données : C2.</li> <li>- Connaître le spectre de la lumière blanche ; notions de synthèses additive et soustractive : C1.</li> <li>- Fluorescence : C1.</li> </ul>

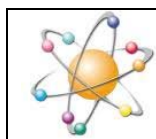


## Indice Physique-chimie 4

### Analyse de la terre retrouvée sous les chaussures du cadavre

Objectif	Déterminer l'origine de la terre : sous-bois ou jardin du suspect ?
Justification de la technique utilisée	La connaissance de l'origine de la terre permettrait de confirmer ou non la culpabilité du suspect.
Activités	<p>Deux séances sont prévues.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Recherche documentaire sur la composition des sols.</li><li>• Étude expérimentale d'un échantillon de terre (on peut imaginer que chaque groupe travaille sur un échantillon différent : 3 groupes correspondant aux 3 échantillons de terre) : détermination du pH, présence d'ions carbonate (terre calcaire ou pas ?), ...</li><li>• Mise en commun et analyse des résultats obtenus pour les trois terres étudiées : celle trouvée sous les semelles du cadavre, celle du sous-bois, celle du jardin.</li></ul>
Résultats	La terre provient du jardin.
Compétences et connaissances mises en jeu	<ul style="list-style-type: none"><li>- Connaître les tests d'identification de quelques ions contenus dans le sol : C1.</li><li>- Interpréter les résultats d'une analyse comparative : C3.</li></ul>

## Annexe 4 : Fiche détaillée pour le professeur de Physique-Chimie1



### indice Physique-Chimie 1 Analyse de la poudre blanche retrouvée dans le verre


Objectif : Déterminer si la poudre blanche est du paracétamol, comme le laisserait penser le tube trouvé à côté du verre.

Matériel et documents fournis	Activités élèves	Commentaires
<b>SÉANCE 1</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Site interactif de Montréal (cf sitographie).</li> <li>• Livres de 2de.</li> <li>• Vidéos sur la chromatographie des colorants alimentaires (CCM).</li> <li>• Eventuellement fiche sur la spectrométrie de masse.</li> </ul>	<p>Recherche documentaire : Comment identifier la poudre blanche ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le site de Montréal devrait permettre aux élèves d'avoir l'idée d'utiliser 2 techniques : la chromatographie et la spectrométrie de masse.</li> <li>• En fin de séance, les élèves proposent (ou on leur suggère...) de réaliser une CCM.</li> </ul>
<b>SÉANCE 2</b>		
<p>En salle de TP de chimie, on fournit une poudre blanche contenant du paracétamol et une autre substance, ainsi que le matériel nécessaire à une CCM.</p>	<p>Réalisation de la CCM de la poudre blanche.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elèves en autonomie : CCM réalisée à partir des recherches de la séance 1 sans fiche détaillée de la part du professeur.</li> <li>• On peut, éventuellement, proposer 2 éluants différents dont un qui ne « marche pas très bien » pour mettre en évidence le rôle de l'éluant.</li> <li>• En fin de séance, on décide avec les élèves d'envoyer un échantillon de la poudre blanche dans un laboratoire (virtuel...) équipé pour réaliser une spectrométrie de masse.</li> </ul>

### SÉANCE 3

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wikipedia, Encarta, livres de 2de.</li> </ul> <p>Le site de l'observatoire européen des drogues et des toxicomanies (cf sitographie)</p>	<p>Résultat de la spectrométrie : la substance inconnue est une molécule de masse molaire M.</p> <p>Donc 2 activités :</p> <p>1. Recherche documentaire sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qu'est-ce qu'une masse molaire ? Comment la calculer ?</li> <li>• Les formules chimiques des différents barbituriques.</li> </ul> <p>2. Calcul des masses molaires et identification de la molécule.</p>	<p>L'idée est de faire calculer des masses molaires et d'identifier ainsi la substance recherchée, par exemple un barbiturique.</p>
---	---	---

## Annexe 5 indices SVT

	<b>Indice bio 1</b>  <b>Recherche du groupe sanguin du sang trouvé sur le mur</b>
Objectif	On veut savoir si c'est le sang de la personne vivant dans l'appartement de la "scène de crime".
Justification de la technique utilisée	On veut aller vite, donc on fait, dans un premier temps, une recherche de groupe sanguin afin de déterminer, en comparant avec les groupes sanguins de la famille, si celui retrouvé pourrait correspondre avec la personne disparue (on ne connaît pas son groupe).
Activités	<p>Trois séances sont prévues.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recherche de la composition du sang, frottis sanguin coloré d'un sang de mammifère.</li> <li>- Qu'est ce qu'un groupe sanguin ?, recherche de groupes sanguins (sur sang simulé).</li> <li>- Origine génétique des groupes sanguins, travail sur l'arbre généalogique de la famille pour rechercher si génétiquement le groupe trouvé pourrait correspondre.</li> </ul>
Résultats	le sang peut correspondre avec l'homme disparu.
Connaissances et compétences mises en jeu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Composition du sang et notions de « marqueurs » cellulaires (C1).</li> <li>- Mécanismes de l'hérédité (C1).</li> <li>- Suivi d'un protocole (C2-C3)</li> <li>- Réalisation d'une préparation microscopique et utilisation du microscope (C2-C3).</li> </ul>







## Indice bio 2

### "Empreinte génétique" sur le mégot trouvé

Objectif	La personne disparue ne fumant pas, on veut savoir si on peut trouver des « empreintes » sur ce mégot et donc, éventuellement, trouver un suspect.
Justification de la technique utilisée	Aucune empreinte digitale n'étant exploitable sur le mégot, il reste la possibilité d'une « empreinte génétique ».
Activités	<p>Trois séances sont prévues.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Découverte de la présence de cellules buccales dans la salive par réalisation d'une préparation microscopique et localisation de l'ADN dans le noyau par coloration.</li> <li>- Découverte de la molécule avec le logiciel de modélisation moléculaire Rastop.</li> <li>- Technique des empreintes génétiques : Electrophorèse d'ADN : soit à réaliser, soit à découvrir sur documents Comparaison de l'ADN du sang retrouvé et de différentes personnes suspectées (famille, collègues, etc...).</li> </ul>
résultats	L'ADN du mégot n'est pas le même que celui dans le sang du mur ⇒ ADN d'un suspect inconnu ?
Connaissances et compétences mises en jeu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localisation et structure de l'ADN (C1).</li> <li>- Compréhension du « code barre » des empreintes génétiques (C1).</li> <li>- Utilisation d'un logiciel de modélisation moléculaire (C2-C3).</li> <li>- Réalisation d'une préparation microscopique et utilisation du microscope (C2-C3).</li> </ul> (- suivi d'un protocole pour l'électrophorèse).

	<p><b>Indice bio 3</b></p> <p><b>Entomologie médico-légale</b></p>
<p>Objectif</p>	<p>On veut connaître la date de mort du cadavre du disparu retrouvé dans le sous bois.</p>
<p>Justification de la technique utilisée</p>	<p>Le cadavre est manifestement mort depuis plusieurs jours et les autres techniques (vitesse de refroidissement du corps, lividités) ne sont pas utilisables.</p>
<p>Activités</p>	<p>Deux séances sont prévues.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recherche du cycle de développement d'une mouche et d'un protocole pour vérifier l'influence de la température, mise en place d'élevages de drosophiles dans des milieux à des températures différentes (matériel sordalab).</li> <li>- Résultat des élevages (vérification de l'influence de la température), mesures sur des photos fournies de la taille de larves avec Mesurim, recoupement des résultats pour déterminer une date probable.</li> </ul>
<p>résultat</p>	<p>La date de mort de la personne correspond à une date postérieure à sa disparition.</p>
<p>Connaissances et compétences mises en jeu</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cycle de développement d'un insecte et influence de l'environnement (C1).</li> <li>- Utilisation d'un logiciel de traitement d'images (C2-C3).</li> <li>- Démarche expérimentale (C2-C3).</li> <li>- Suivi d'un protocole (mise en place des milieux d'élevage) (C2-C3).</li> </ul>

	<p><b>Indice bio4</b></p> <p><b>Palynologie</b></p>
<p>Objectif</p>	<p>On veut déterminer le lieu de séjour entre la date de disparition et la date de mort.</p>
<p>Justification de la technique utilisée</p>	<p>Lors de l'autopsie, du pollen a été trouvé dans la terre sous les semelles des chaussures du cadavre ; les pollens sont des indicateurs de la végétation présente.</p>
<p>Activités</p>	<p>Deux séances sont prévues.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dissection florale (avec prise de photo de la dissection et légende avec mesurim), préparation microscopique de pollens de différentes espèces (avec prise de photo).</li> <li>- Extraction de pollens d'un mélange et création (en utilisant les photos prises et d'autres recherches sur internet)/utilisation d'une clé de détermination.</li> </ul>
<p>Résultats</p>	<p>Les pollens sous les semelles correspondent à la végétation du jardin du suspect du message et pas du sous bois.</p>
<p>Connaissances et compétences mises en jeu</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Localisation et variété des pollens (C1).</li> <li>- Réalisation d'une préparation microscopique et utilisation du microscope (C2-C3).</li> <li>- Utilisation d'un logiciel de traitement d'images et de mise en page (C2-C3).</li> </ul>

## Annexe 6 : Fiche détaillée pour le professeur de SVT



indice bio2

### "Empreinte génétique" sur le mégot trouvé

Objectif : *La personne disparue ne fumant pas, on veut savoir si on peut trouver des « empreintes » sur ce mégot et donc, éventuellement, trouver un suspect.*  
*Aucune empreinte digitale n'étant exploitable sur le mégot, il reste la possibilité d'une « empreinte génétique ».*

	Matériel et documents fournis	Activités élèves	Commentaires
Séance 1	<p>Tout le matériel pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prélever et faire une préparation microscopique colorée de cellules buccales.</li> <li>- Extraire l'ADN de cellules buccales.</li> <li>- Fiches protocole.</li> <li>- Quelques documents sur la structure de la cellule</li> <li>- Questionnaire d'aide pour l'exploitation des observations et des documents.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Prélever les cellules buccales se trouvant dans la salive à l'aide d'un coton-tige et faire une préparation microscopique colorée en utilisant le protocole fourni.</li> <li>2) Rédiger un rapport d'observation avec dessin légendé sur le cahier de recherche.</li> <li>3) Extraire l'ADN des noyaux des cellules en suivant le protocole fourni.</li> <li>4) Rédiger un rapport d'observation sur le cahier de recherche.</li> </ol>	<p><i>Cette séance demande une salle TP classique.</i></p> <p><i>Les protocoles sont simples et peuvent être trouvés dans les ressources des sites académiques.</i></p> <p><i>Des mesures de sécurité doivent être prises lors des manipulations (voir sitographie).</i></p> <p><i>La dernière question du questionnaire doit faire soulever la problématique du « langage » utilisé par l'ADN, afin de justifier l'étude de la molécule (possibilité de demander aux élèves de « réviser » la notion de molécule pour la séance prochaine).</i></p>

Séance 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Logiciel de modélisation moléculaire (Rastop ou équivalent) avec un fichier contenant une petite molécule d'ADN.</li> <li>- Fiche technique du logiciel.</li> <li>- Fiche questionnaire d'aide à la découverte de la molécule.</li> <li>- Fiche documents sur la structure de l'ADN.</li> </ul>	<p>1) À l'aide des documents fournis et du logiciel de modélisation, rechercher comment la structure de la molécule d'ADN permet de contenir un message et qu'est ce qui peut changer entre deux molécules d'ADN.</p> <p>2) Rédiger une synthèse illustrée du résultat du travail sur le cahier de recherche.</p>	<p><i>Cette séance demande une salle équipée en ordinateurs. Différents exemples de protocoles d'utilisation du logiciel sont disponibles dans les ressources des sites académiques.</i></p> <p><i>On peut fournir une fiche peu détaillée et laisser les élèves « manipuler » à leur gré le logiciel pour faire le travail de recherche, et prévoir des fiches d'aide plus détaillées pour les élèves en difficulté.</i></p> <p><i>Un schéma simplifié de la molécule d'ADN doit être réalisé (éventuellement terminé à la maison) pour comprendre les schémas utilisés dans la séance suivante.</i></p>
Séance 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Document avec liste des liens internet contenant des animations explicatives des techniques utilisées (ou dossier sur ordinateur contenant les différentes animations téléchargées)</li> <li>→ voir sitographie</li> <li>- Papiers (ou documents CDI)</li> <li>- Document fabriqué contenant les empreintes génétiques de l'ADN du sang retrouvé dans le scénario et de différentes personnes suspectées (famille, collègues de travail, ...).</li> </ul>	<p>1) utiliser les différents documents à disposition afin de comprendre puis de pouvoir utiliser le document des empreintes du scénario</p> <p>2) rédiger un rapport illustré expliquant simplement la technique de l'électrophorèse et à quoi correspondent les bandes observables dans le « code barre » d'une empreinte génétique.</p>	<p><i>Notions difficiles qui nécessiteront probablement une aide du professeur pour la compréhension.</i></p> <p><i>Une des animations de la sitographie est en anglais et peut permettre ainsi une coopération avec le professeur d'anglais.</i></p> <p><i>Il est possible de faire réaliser une électrophorèse simple (de protéines de blanc d'œuf par exemple) pour mieux comprendre la technique.</i></p>