

# 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.

Elle découvre alors un grand désordre dans l'appartement et constate l'absence de son frère. Très inquiète, elle appelle la police et fournira aux enquêteurs en plus de sa déposition un double de clés qui était en sa possession.

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 :

La porte d'entrée ne comporte pas de trace d'effraction.

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 0** : La porte d'entrée est équipée d'une serrure biométrique sur laquelle les enquêteurs ont relevé une empreinte exploitable.
- 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....

L'enquête de voisinage fait apparaître que Mr X habituellement très solitaire aurait reçu la visite d'une personne la veille de sa disparition en fin de matinée (vers 12h). Le traiteur du quartier confirme que Mr X est venu chercher deux repas la veille de sa disparition juste avant la fermeture méridienne du magasin, vers 12h45.

La voisine pense avoir revu le jour de la disparition ce même visiteur seul montant l'escalier qui conduit chez Mr X vers 18h alors que Mr X n'a quitté son travail qu'aux alentours de 20h.

D'une part, la première partie de l'enquête a révélé que l'empreinte sur la serrure appartient à la sœur de Mr Gérard MANFIN, ce qu'elle avait omis de dire lors de sa déposition.

D'autre part :

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.
- **Indice 11** : Le démontage de la serrure biométrique fait apparaître un câble réseau qui est apparemment en bon état de fonctionnement, branché à la serrure, courant le long du mur et connecté à l'ordinateur de Mr X.

On va peut-être enfin connaître le fin mot de l'histoire...

## Organisation envisageable

«Barrette » horaire de 1,5 h pour 4 « classes » A, B, C et D, l'encadrement étant effectué par quatre professeurs des quatre disciplines (SVT, SPC, MATHS, SI) qui interviennent simultanément à chaque séance.

Lors de la séance de présentation :

Diffusion de la vidéo «C'est pas sorcier!».

Titre : Police scientifique, les sorciers mènent l'enquête.

Lecture du scénario.

Questionnement des élèves : par quelle matière chaque indice va-t-il pouvoir être utilisé pour élucider l'affaire ?

Dans chaque « classe » les élèves sont répartis en 8 groupes :

- A1, A2,...A6, A7, A8
- B1, B2,...B6, B7, B8
- C1, C2,...C6, C7, C8
- D1, D2,...D6, D7, D8

Pour une « classe », les 8 groupes sont répartis de la façon suivante :

- 2 groupes sont des experts « indices SVT».
- 2 groupes sont des experts « indices SPC ».
- 2 groupes sont des experts « indices maths »
- 2 groupes sont des experts « indice SI »

Chaque discipline encadre donc lors d'une séance, 8 groupes, par exemple :

L'enseignant de mathématiques encadrera les groupes : A1, A2, B1, B2, C1, C2, D1, D2

L'enseignant de SPC encadrera les groupes : A3, A4, B3, B4, C3, C4, D3, D4)

L'enseignant de SVT encadrera les groupes : A5, A6, B5, B6, C5, C6, D5, D6

L'enseignant de SI encadrera les groupes : A7, A8, B7, B8, C7, C8, D7, D8.

Ces groupes tirent au sort l'indice sur lequel ils vont travailler (le tirage au sort du deuxième groupe d'indices devra désigner une matière différente pour chaque groupe ; comme il n'y a que deux groupes d'indices, chaque groupe n'aura travaillé que dans deux disciplines, mais il pourra travailler dans les deux autres disciplines lors du deuxième thème).

Les groupes travaillent dans quatre « espaces disciplinaires » :

- Ces « espaces » sont 4 salles « classiques » installées de façon à favoriser l'autonomie des groupes ou salles TP ou salle équipée d'ordinateurs ou CDI.
- Chaque « espace » correspond à une discipline et à l'enseignant de la discipline.
- Dans chaque « espace », 4 groupes travaillent séparément sur le premier indice et 4 autres groupes travaillent séparément sur le deuxième indice.

## Lors des séances de transmission d'informations

### □ **Séances 6 et 7 : Document communicable et préparation de l'oral**

Les élèves ayant travaillé sur le même indice se réunissent (A1, B1, C1, D1 ensemble, puis A2, B2, C2, D2 ensemble...). Ils créent un document communicable qui doit contenir leurs recherches et leurs résultats. Un cadre leur sera fourni pour les aider à construire ce document, qu'ils devront ensuite s'approprier et présenter aux autres élèves. Durant la séance 7, ils devront également s'entraîner à la présentation orale.

### □ **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 A8 (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 4 enseignants intervenants.		
	<b>Séance n°2</b> Séance de présentation du projet, de l'organisation et des scènes de crimes.		
	<b>Différentes modalités possibles</b>	<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
	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 3 et on recommence le 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 scénarios 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 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 premier 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.

### **Mathématiques :**

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

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

### **Physique-chimie :**

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

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

### **Sciences de la vie et de la Terre :**

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

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

### **Sciences de l'ingénieur :**

Lien vers les fiches indices : [annexe 7](#)

Lien vers les compléments pour le professeur : [annexe 8](#) : fiches détaillées  
[annexe 9](#) : complément indice 1  
[annexe 10](#) : complément indice 3  
[annexe 11](#) : complément indice 4

## **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/>

(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.

## **Sciences de la vie et de la Terre**

### **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>

(une bibliographie accompagne ce document)

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)



## Mathématiques

### **Reuves :**

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/>

## Physique-chimie

### **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)


## Sciences de l'ingénieur


Les études proposées nécessitent l'acquisition de la serrure biométrique commercialisée par la société S.E.T.

[http://www.setdidact.com/images/stories/fiches\\_produits/Fiche\\_produit-Serrure\\_biometrique/telechargement//1\\_SBIOCITSI\\_Fiche%20produit.pdf](http://www.setdidact.com/images/stories/fiches_produits/Fiche_produit-Serrure_biometrique/telechargement//1_SBIOCITSI_Fiche%20produit.pdf)

## Annexe 1 : indices Mathématiques

	<p><b>Indice maths 1</b></p> <p><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 événements 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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Découverte de nouveaux ensembles de points : C1.</li> <li>- Utilisation de la trigonométrie dans le triangle rectangle : C1.</li> <li>- Développement de la vision dans l'espace : C1.</li> <li>- Utilisation d'un logiciel de géométrie dynamique : C3.</li> </ul>

	<p style="text-align: center;"><b>Indice maths 2</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Décodage des messages trouvés sur le bureau et sur le papier froissé</b></p>
<p style="text-align: center;">Objectif</p>	<p>Déterminer si la série de mots incompréhensible trouvée cache ou non un message important pour l'enquête.</p>
<p style="text-align: center;">Justification de la technique utilisée</p>	<p>Des séries de lettres peuvent être un message encodé ce qui nécessite de découvrir la technique de décryptage.</p>
<p style="text-align: center;">Activités</p>	<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>
<p style="text-align: center;">Résultats</p>	<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>
<p style="text-align: center;">Compétences et connaissances mises en jeu</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Notions de nombres premiers : C1.</li> <li>- Utilisation des statistiques dans un autre domaine : C1.</li> <li>- Travail sur la démarche scientifique : C3.</li> </ul>

	<p><b>Indice maths 3</b></p> <p><b>Suite de l'indice "Sur le bureau, une pierre arrondie"</b></p>
<p>Objectif</p>	<p>Déterminer si la pierre a été envoyée depuis le jardin.</p>
<p>Justification de la technique utilisée</p>	<p>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.</p>
<p>Activités</p>	<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>
<p>Résultats</p>	<p>La pierre n'a pas pu être lancée depuis le jardin, on ne recherche donc pas de témoins oculaires.</p>
<p>Compétences et connaissances mises en jeu</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation de logiciel de géométrie dynamique et de tableur : C3.</li> <li>- Introduction et utilisation de régression linéaire et polynomiale sur des exemples simples : C2.</li> <li>- Utilisation des connaissances des fonctions polynômes du second degré : C1.</li> <li>- Vérification d'un modèle : C3.</li> </ul>



## Indice maths 4

### Décodage des messages trouvés sur l'ordinateur

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	<ul style="list-style-type: none"><li>- Travail de la démarche expérimentale : C3.</li><li>- Utilisation des statistiques dans un autre domaine mathématique : C1.</li></ul>

## Annexe 2 pour le professeur de mathématiques

Fiche détaillée des activités relatives à l'indice Maths 1

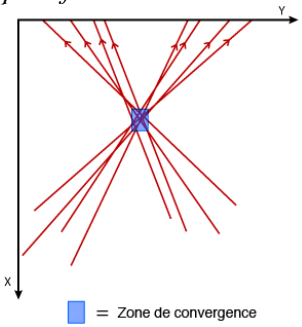


**Indice maths 1**

**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 2a).</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> <i>Chaque équation détermine un ensemble de points.</i> <i>L'élève reconnaît certaines courbes.</i></p> <p><i>Activité 2</i> <i>L'élève utilise des curseurs.</i> <i>L'élève doit écrire ses conjectures sur son cahier de recherche.</i> <i>L'élève découvre une équation caractéristique de l'ellipse et du cercle.</i></p> <p><i>Activité 3 :</i> <i>Grâce aux données de Wikipédia, l'élève valide ses conjectures.</i> <i>L'enseignant peut intervenir pour valider le document créé par l'élève.</i></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 2b).</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><i>Activité 4 :</i> <i>L'élève vérifie que le modèle mathématique choisi est cohérent avec la réalité.</i></p> <p><i>Activité 5</i></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><i>Activité 6 :</i> <i>Travailler la représentation dans l'espace et la trigonométrie dans le triangle rectangle.</i></p> <p><i>Activité 7 :</i> <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 2a

### 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.

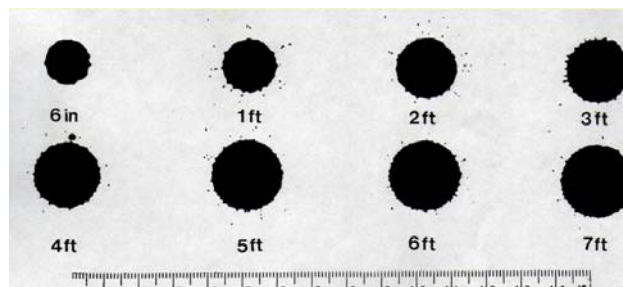
### Doc 3. Le vol des gouttes de sang

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 ».

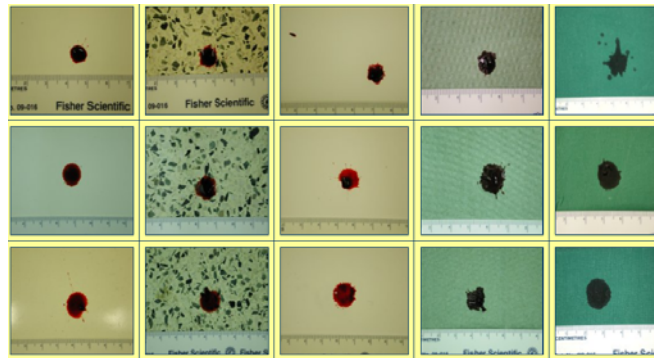
Une seule goutte de sang n'est pas suffisante pour déterminer la zone d'origine sur une scène de crime. La détermination des angles d'impact et le positionnement de la zone d'origine doivent être basés sur la considération de plusieurs gouttes.

Photos de gouttes de sang sur une surface horizontale





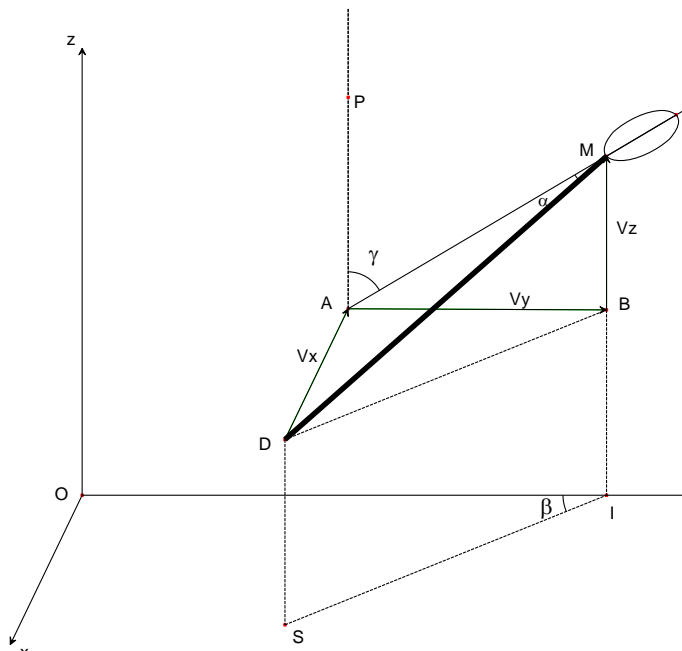
Photos de taches de sang provenant de giclées frappant une surface selon un angle précis



Annexe 2b

#### 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 Physique-chimie

	<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	<ul style="list-style-type: none"><li>- Savoir enregistrer expérimentalement la trajectoire d'un projectile et utiliser les logiciels de pointage et de calcul : C3, C1.</li></ul>



### 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>	Recherche documentaire : Comment identifier la poudre blanche ?	<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>		
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.	Réalisation de la CCM de la poudre blanche.	<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> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Recherche documentaire sur :<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></li><li>2. Calcul des masses molaires et identification de la molécule.</li></ol>	<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 Sciences de la vie et de la Terre

	<p><b>Indice bio 1</b></p> <p><b>Recherche du groupe sanguin du sang trouvé sur le mur</b></p>
<p>Objectif</p>	<p>On veut savoir si c'est le sang de la personne vivant dans l'appartement de la "scène de crime".</p>
<p>Justification de la technique utilisée</p>	<p>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).</p>
<p>Activités</p>	<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>
<p>Résultats</p>	<p>le sang peut correspondre avec l'homme disparu.</p>
<p>Connaissances et compétences mises en jeu</p>	<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	Trois séances sont prévues. <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><li>- (suivi d'un protocole pour l'électrophorèse).</li></ul>



**Indice bio 3**  
**Entomologie médico-légale**

Objectif	On veut connaître la date de mort du cadavre du disparu retrouvé dans le sous bois.
Justification de la technique utilisée	Le cadavre est manifestement mort depuis plusieurs jours et les autres techniques (vitesse de refroidissement du corps, lividités) ne sont pas utilisables.
Activités	Deux séances sont prévues. <ul style="list-style-type: none"><li>• Recherche du cycle de développement d'une mouche et d'un protocole pour vérifier influence de la température, mise en place d'élevages de drosophiles dans des milieux à des températures différentes.</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>
résultat	La date de mort de la personne correspond à une date postérieure à sa disparition.
Connaissances et compétences mises en jeu	<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>



**Indice bio4**  
**Palynologie**

Objectif	On veut déterminer le lieu de séjour entre la date de disparition et la date de mort.
Justification de la technique utilisée	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.
Activités	Deux séances sont prévues. <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>
Résultats	Les pollens sous les semelles correspondent à la végétation du jardin du suspect du message et pas du sous bois.
Connaissances et compétences mises en jeu	<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. 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>


## Annexe 7 : Indices Sciences de l'ingénieur

 SI	<b>Indice SI 1</b>  <b>La porte d'entrée est équipée d'une serrure biométrique sur laquelle les enquêteurs ont relevé une empreinte exploitable.</b>
Problématique	Analyser et comprendre le fonctionnement de la serrure biométrique autonome
Justification de la technique utilisée	Comprendre si la serrure a pu être manipulée par une personne malveillante depuis l'extérieure ou l'intérieure de l'appartement. Le meurtrier a-t-il pu pénétrer par effraction ? Si ce dernier est rentré par la fenêtre, a-t-il pu ressortir de l'appartement par la porte en manœuvrant la poignée ?
Activités	L'élève découvre le système, puis commence progressivement son analyse : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mettre en œuvre la serrure biométrique et la replacer dans son contexte.</li> <li>• Saisir, énoncer et valider le besoin auquel répond la serrure biométrique.</li> <li>• Énoncer et caractériser les fonctions de service.</li> <li>• Exploiter les outils d'expression de l'analyse fonctionnelle.</li> <li>• Analyser la chaîne d'énergie et la chaîne d'information.</li> </ul> Par différentes manipulations et simulations, l'élève évalue certains points du niveau de sécurité de la serrure biométrique : <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Exploiter un modèleur volumique afin d'illustrer le fonctionnement du mécanisme.</li> <li>✓ observer à la fois sur la serrure biométrique réelle et sur la maquette numérique le principe d'indexage.</li> </ul>
Résultats	La serrure n'a pas pu être forcée d'un point de vue mécanique de l'extérieur. Le meurtrier a par contre pu sortir de la pièce après avoir manœuvré la poignée de l'intérieur.
Compétences et connaissances mises en jeu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Appréhender la serrure biométrique autonome : C1.</li> <li>- Elaborer un schéma de principe : C2.</li> <li>- Tester la chaîne d'énergie de la serrure biométrique : C3.</li> </ul>

 <p>SI</p>	<p><b>Indice SI 2</b></p>
<p>Problématique</p>	<p>Comment fonctionne la reconnaissance biométrique ?</p>
<p>Justification de la technique utilisée</p>	<p>La serrure n'ayant pas été fracturée, l'empreinte digitale du meurtrier est dans le fichier empreinte si ce dernier est entré par la porte.</p>
<p>Activités</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comment fonctionne la reconnaissance physique?</li> <li>• Le professeur administre des droits d'invités aux élèves et ils font des essais d'ouverture.</li> <li>• Numérisation (technologie des capteurs et unicité de la mesure physique)</li> <li>• Le groupe va scanner ses doigts en haute définition. Une coloration du doigt au stylo encre permet d'avoir un meilleur contraste.</li> <li>• Trouver les minuties et l'unicité et donc les distinctions pour comparaisons et stockage numérique (arches, minuties, boucle, spire).</li> <li>• Le groupe doit mettre en avant les risques d'erreurs.</li> <li>• Utilisation des fonctions basiques du logiciel (gestion porte, numérisation d'une empreinte...)</li> </ul>
<p>Résultats</p>	<p>Toutes les empreintes digitales enregistrées sont récupérées. Il faut maintenant rechercher leur propriétaire. Le risque d'erreur d'une empreinte est de 0.01% donc très faible.</p>
<p>Compétences et connaissances mises en jeu</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Appréhender un nouvel élément de détection : C1.</li> <li>- Elaborer un schéma de principe du capteur étudié : C2.</li> <li>- Tester la chaîne d'information sur la serrure biométrique : C3.</li> </ul>

 <p>SI</p>	<p style="text-align: center;"><b>Indice SI 3</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Analyse et interprétation des registres informatiques de la serrure.</b></p>
<p>Problématique</p>	<p>Déterminer si les données enregistrées dans la serrure biométrique et les droits d'entrée ont été modifiés. Déterminer l'historique des événements (entrées-sorties) liés au fonctionnement de la serrure biométrique.</p>
<p>Justification de la technique utilisée</p>	<p>Il est important pour l'enquête de reconstituer précisément la succession des entrées et sorties de l'appartement de Mr X.</p>
<p>Activités</p>	<p>Deux séances sont prévues.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Investigations autour de la notion de réseau.</b> Intervention de l'A.I.P.R.T. du lycée. Recherche sur internet : les différentes architectures de réseau ; la notion d'adresse IP, Connexion de la serrure sur le réseau du lycée. Changement d'adresse IP.</li> <li>• <b>Mise en service de la serrure TCP_IP, exploration des fonctions minimales du logiciel.</b> Attribution d'une serrure à une porte. Gestion (paramétrage) du personnel : Ajout d'un utilisateur, acquisition transfert des empreintes. Simulation d'entrées-sorties.</li> <li>• <b>Analyse de la structure et du contenu des différents registres.</b> Editer les différents registres. Analyser la cohérence entre les registres et les manipulations effectuées. Analyser l'effet d'une réinitialisation de la serrure, d'une suppression d'empreinte, d'un nouveau transfert d'empreinte.</li> <li>• <b>Analyse des registres fournis (ceux de la serrure de Mr X).</b> Relever les incohérences entre les registres et les témoignages de voisinage cités dans le scénario 2eme partie. Proposer un scénario avec son timing pour les entrées sorties de l'appartement de Mr X.</li> </ul>
<p>Résultats</p>	<p>Un inconnu a modifié les droits d'accès dans la serrure, il a pénétré le jour de la disparition dans l'appartement en l'absence de MrX et a effacé son empreinte. Il était dans l'appartement au retour de MrX. L'inconnu et Mr X ont quitté ensemble les lieux.</p>
<p>Compétences et connaissances mises en jeu</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Notions de communication et de réseaux : C1.</li> <li>- Architecture matérielle des réseaux des réseaux : C2.</li> <li>- Analyse comparative des registres. Réalisation d'un historique des événements : C3.</li> </ul>



 <p>SI</p>	<p><b>Indice SI 4</b></p> <p><b>Analyse de la gestion de l'énergie électrique de la serrure biométrique.</b></p>
<p>Problématique</p>	<p>Comprendre si la serrure a pu être manipulée par une personne malveillante.</p>
<p>Justification de la technique utilisée</p>	<p>Déterminer si une personne a pu déverrouiller définitivement la serrure depuis l'intérieur afin de pouvoir se réintroduire ultérieurement sur les lieux sans autorisation.</p>
<p>Activités</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comment le système de déverrouillage est-il actionné ?</li> <li>• Que se passe-t-il en cas de coupure d'énergie électrique ?</li> <li>• Comment est consommée l'énergie électrique ?</li> <li>• Comment empêcher le verrouillage de la serrure ?</li> </ul>
<p>Résultats</p>	<p>Il est possible, de l'intérieur, sans être administrateur, de laisser la serrure déverrouillée de façon définitive en retirant les piles à un instant précis.</p>
<p>Compétences et connaissances mises en jeu</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apprendre à utiliser un oscilloscope pour visualiser une tension et un courant : C1.</li> <li>- Rechercher de la documentation sur les piles : C2.</li> <li>- Déterminer l'autonomie des piles, la consommation d'énergie électrique : C3.</li> </ul>

## Annexe 8 : Compléments pour le professeur de SI

### MPS police scientifique Fiche détaillée des activités pour l'indice SI 1



#### indice SI 1 :

**La porte d'entrée est équipée d'une serrure biométrique sur laquelle les enquêteurs ont relevé une empreinte exploitable.**

#### Objectif :

Analyser et comprendre le fonctionnement de la serrure biométrique autonome.

#### Justification de la technique utilisée :

- Comprendre si la serrure a pu être manipulée par une personne malveillante depuis l'extérieure ou l'intérieure de l'appartement.
- Le meurtrier a-t-il pu pénétrer par effraction ?
- Si ce dernier est rentré par la fenêtre, a-t-il pu ressortir de l'appartement par la porte en manœuvrant la poignée ?

	Matériel et documents fournis	Activités élèves	Commentaires
Séance 3	<p><u>Matériel :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Poste informatique équipé de :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- connexion internet ;</li> <li>- logiciel de traitement texte / tableur ;</li> <li>- logiciel de lecture vidéo ;</li> </ul> </li> <li>♦ Serrure biométrique autonome + 1 clé + accumulateurs (3 piles et chargeur) + bloc secteur (alimentation 12V).</li> </ul> <p><u>Documents ressources :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Consignes sur le respect du matériel.</li> <li>♦ Manuel : « Mise en service de la serrure autonome »</li> <li>♦ Film : « serrure_autonome »</li> </ul>	<p>Le groupe d'élèves va à tour de rôle réaliser la mise en œuvre de la serrure biométrique autonome en étant administrateur avec tous les droits puis invité et inconnu. Des échecs d'ouverture et des réussites vont permettre de justifier les fonctions du système.</p> <p>Caractériser les fonctions d'un système technique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Saisir, énoncer et valider le besoin auquel répond la serrure biométrique.</li> <li>• Énoncer et caractériser les fonctions de service.</li> <li>• Exploiter les outils d'expression de l'analyse fonctionnelle.</li> </ul>	<p><i>Document ressource : « mise en service de la serrure autonome »</i></p> <p><i>Pour toutes les recherches, les élèves prennent les informations sur Internet, ou bien dans un répertoire : « Dossier Ressources » préparé à l'avance et organisé par le professeur.</i></p> <p><i>Au fur et à mesure des activités, les différentes recherches, les schémas, les graphes, etc. seront réalisés au choix dans un cahier ou sur informatique (dans un répertoire dédié à l'équipe).</i></p> <p><i>Une proposition de solution pour l'analyse fonctionnelle est proposée dans le document : « compléments indice 1 »</i></p>

	Matériel et documents fournis	Activités élèves	Commentaires
Séances 4 et 5	<p><u>Matériel :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Poste informatique équipé de : <ul style="list-style-type: none"> <li>-connexion internet ;</li> <li>-logiciel de traitement texte / tableur ;</li> <li>-logiciel de lecture video ;</li> </ul> </li> <li>♦ Maquette de la serrure biométrique autonome + accumulateurs (3 piles et chargeur) + bloc secteur (alimentation 12V)</li> </ul> <p><u>Documents ressources :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Consignes sur le respect du matériel.</li> <li>♦ Manuel : <ul style="list-style-type: none"> <li>« Mise en service de la serrure autonome »</li> </ul> </li> <li>♦ Film : <ul style="list-style-type: none"> <li>« fonctionnement mécanisme »</li> <li>« Motoréducteur »</li> <li>« Principe indexage »</li> </ul> </li> <li>♦ Maquette numérique de la serrure</li> </ul>	<p>A partir de la manipulation de la maquette de la serrure biométrique, les élèves devront détailler la structure du système. L'objectif est de décrire la chaîne d'information et d'énergie</p> <p>(Comment une commande (passage du doigt) permet un déblocage de la porte)</p> <p>Pour cela, ils visionneront dans un premier temps les films :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- « fonctionnement mécanisme »</li> <li>- « Motoréducteur »</li> <li>- « Principe indexage »</li> </ul> <p>A partir de la maquette numérique de la serrure autonome, les élèves exploiteront solidworks ou edrawing pour bien comprendre le système d'indexage.</p> <p>Ces différentes manipulations permettent aux élèves de tirer des conclusions sur la sécurité offerte par cette serrure autonome.</p>	<p><i>Pour toutes les recherches, les élèves prennent les informations sur Internet, ou bien dans un répertoire : « Dossier Ressources » préparé à l'avance et organisé par le professeur.</i></p> <p><i>Une proposition de solution pour la chaîne d'énergie et d'information est proposée dans le document : « compléments indice 1 »</i></p>

## MPS police scientifique Fiche détaillée des activités pour l'indice SI 2



### indice SI 2 :

## Saisie de l'empreinte sur la serrure biométrique IP

**Objectif :** *Rechercher et exploiter un élément de la chaîne d'information*

**Problématique :** *Comment fonctionne la reconnaissance biométrique ?*

	Matériel et documents fournis	Activités élèves	Commentaires
Séance 3	<p><u>Matériel :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Poste informatique équipé de :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-connexion internet ;</li> <li>-logiciel de traitement texte / tableur ;</li> <li>-logiciel de lecture vidéo ;</li> <li>-Logiciels de programmation de la serrure « Hentech » : IPSET_1.1 et HTAGSI.3_TCP.</li> </ul> </li> <li>♦ Serrure biométrique IP + 1 clé + accumulateurs (3 piles et chargeur) + bloc secteur (alimentation 12V) + câble réseau croisé RJ45 (ou suivant configuration des postes : câble réseau droit RJ45).</li> </ul> <p><u>Documents :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Consignes sur le respect du matériel.</li> <li>♦ Documents techniques :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-Schéma général de la serrure IP ;</li> <li>-Caractéristiques de la serrure IP.</li> </ul> </li> <li>♦ Documents ressources :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Film : « Prise_en_main_IP »</li> <li>-Internet ou un répertoire constitué d'éléments ...</li> </ul> </li> </ul>	<p>1) Visionnage du film « Prise_en_main_IP » pour appréhender le fonctionnement de la serrure biométrique.</p> <p>2) Analyse structurelle de la serrure pour mieux comprendre ou s'appropriier le mécanisme : Recherche des différentes caractéristiques techniques de la serrure.</p> <p>3) Approche externe du système :                     <ul style="list-style-type: none"> <li>-Frontière d'étude ;</li> <li>-Expression fonctionnelle du besoin ;</li> <li>-Graphe des interactions ;</li> <li>-Sécurité de la serrure.</li> </ul> </p> <p>4) Compréhension du principe de fonctionnement de la reconnaissance physique. Le professeur administre des droits d'invités aux élèves. Les élèves font des essais d'ouverture. Conjecture, recherche, analyse et schématisation du principe.</p> <p>5) Description du principe technique et de la solution constructive (Numérisation ?): Recherche bibliographique de la technologie du capteur : Capteur optique (caméras CCD/CMOS), capteur ultrasonique, capteur de champ électrique, de capacité, de température... Description du principe, argumentation, fiabilité et schématisation du capteur utilisé sur cette serrure.</p>	<p><i>Une fiche « préparation à l'oral » (ou exposé) sera distribuée à l'équipe pour les aider à mieux cibler les points essentiels de cette activité.</i></p> <p><i>Cette séance demande une salle équipée de postes informatiques.</i></p> <p><i>Pour toutes les recherches, les élèves prennent les informations sur Internet, ou bien dans un répertoire : « Dossier Ressources » préparé à l'avance et organisé par le professeur.</i></p> <p><i>Au fur et à mesure des activités, les différentes recherches, les schémas, les graphes, etc. seront réalisés au choix dans un cahier ou sur informatique (dans un répertoire dédié à l'équipe).</i></p>

	Matériel et documents fournis	Activités élèves	Commentaires
Séance 4	<p><u>Matériel :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Poste informatique équipé de : <ul style="list-style-type: none"> <li>-Scanner (idéal, sinon rétroprojecteur)</li> <li>-connexion internet ;</li> <li>-logiciel de traitement texte / tableur ;</li> <li>-logiciel de lecture video ;</li> <li>-Logiciel de programmation de la serrure « Hentech » : IPSET_1.1 et HTAGSI.3_TCP.</li> </ul> </li> <li>♦ Serrure biométrique IP + 1 clé + accumulateurs (3 piles et chargeur) + bloc secteur (alimentation 12V) + câble réseau croisé RJ45 (ou suivant configuration des postes : câble réseau droit RJ45)</li> </ul> <p><u>Documents :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Documents ressources : <ul style="list-style-type: none"> <li>-Fiche protocole (récupérer une empreinte, scanner ou rétroprojecteur) ;</li> <li>-Fiche des images des différentes empreintes enregistrées et codées.</li> </ul> </li> </ul>	<p>1) Expérimentation pour relever et analyser une empreinte physique. A l'aide d'un scanner ou d'un rétroprojecteur, les élèves relèvent leurs propres empreintes. Les élèves appliquent de l'encre sur leur doigt (tampon encreur) et transfèrent cette empreinte bien visible sur un transparent (pour visionnage sur rétro) ou sur papier pour être scanné. Puis ils identifient les minuties.</p> <p>2) Explication du principe de la dermatoglyphie des empreintes : <ul style="list-style-type: none"> <li>-Extraction des minuties, arches, boucles, spires, verticilles, etc.</li> <li>-Rédaction d'un protocole de reconnaissance d'empreintes (définitions, schémas, photos, explications, comment identifier une empreinte ...)</li> </ul> </p> <p>3) Analyse et comparaison entre l'empreinte relevée sur la serrure (le jour de la disparition de Mr X) et la fiche des empreintes fournies par les techniciens de la police scientifique.</p>	<p><i>Cette séance demande une salle équipée de postes informatiques.</i></p> <p><i>Pour le relevé d'empreintes prévoir le matériel nécessaire : poudre, encre, feuilles, calques, ...</i></p> <p><i>Pour toutes les recherches, les élèves prennent les informations sur Internet, ou bien dans un répertoire : « Dossier Ressources » préparé à l'avance et organisé par le professeur.</i></p>

	Matériel et documents fournis	Activités élèves	Commentaires
Séance 5	<p><u>Matériel :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Poste informatique équipé de : <ul style="list-style-type: none"> <li>-connexion internet ;</li> <li>-logiciel de traitement texte / tableur ;</li> <li>-logiciel de lecture video ;</li> <li>-logiciels de programmation de la serrure « Hentech » : IPSET_1.1 et HTAGSI.3_TCP.</li> </ul> </li> <li>♦ Serrure biométrique IP + 1 clé + accumulateurs (3 piles et chargeur) + bloc secteur (alimentation 12V) + câble réseau croisé RJ45 (ou suivant configuration des postes : câble réseau droit RJ45)</li> </ul> <p><u>Documents :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Documents ressources : <ul style="list-style-type: none"> <li>-Fiche protocole (prise en main du logiciel « Hentech ») ;</li> <li>-Fiche des images des différentes empreintes enregistrées et codées.</li> </ul> </li> </ul>	<p>1) Utilisation du logiciel pour appréhender les principales fonctionnalités en vue de son exploitation. A l'aide de la documentation fournie (protocole d'utilisation du logiciel « Hentech », les élèves analysent, simulent et testent la numérisation d'une ou plusieurs empreintes (les élèves doivent, sur l'ordinateur «construire » leur bâtiment, étage, porte et numériser des empreintes).</p> <p>2) Recherche du fichier des codes des empreintes enregistrées pour cette serrure, pour vérifier si l'empreinte prélevée sur la serrure (le jour de la disparition de Mr X) appartient ou non au fichier.</p> <p>3) Rédaction de la conclusion.</p>	<p><i>Condition idéale donnée par 2 postes informatiques par équipe :</i></p> <p><i>*1<sup>er</sup> poste : apprentissage du logiciel.</i></p> <p><i>*2<sup>e</sup> poste : utilisation des données recueillies sur la serrure de Mr X.</i></p>



Indice SI 3 :

**Analyse et interprétation des registres informatiques de la serrure.**

**Problème :** Déterminer l'historique réel des événements (entrées-sorties) liés au fonctionnement de la serrure biométrique. Pour cela, il faut tout d'abord vérifier si les données enregistrées dans la serrure biométrique, notamment les droits d'entrée, ont été modifiées.

	Matériel et documents fournis	Activités élèves	Commentaires et objectifs
Séance 11	<p>- Cette séance demande une salle équipée en ordinateurs avec accès à internet.</p> <p>- On fournit le dossier ressource informatique issu du dossier technique serrure biométrique comportant des liens vers des sites traitant des réseaux.</p> <p>- Les élèves doivent disposer d'au moins deux serrures biométriques reliées à un PC pour un groupe classe.</p> <p>- Document ressource mise en service de la serrure IP.</p>	<p><b>Activité 1 : Investigations autour de la notion de réseau informatique.</b></p> <p>Intervention du responsable réseau du lycée sur l'architecture du réseau de l'établissement. Les élèves prennent des notes sur leur cahier de recherche.</p> <p><b>Activité 2 : Investigations autour de la notion de réseau informatique.</b></p> <p>Recherche Internet afin d'identifier les éléments d'un réseau informatique d'entreprise. Les élèves font un bref résumé sur l'architecture des réseaux.</p> <p><b>Activité 3 : Mise en service de la serrure TCP_IP et exploration des fonctions minimales du logiciel.</b></p> <p>Les élèves mettent en service la serrure IP en suivant le guide mis à disposition du groupe.</p> <p>- Connexion de la serrure sur le réseau du lycée ou directement sur un PC. - Attribution d'une serrure à une porte. - Gestion (paramétrage) du personnel : ajout d'un utilisateur, acquisition et transfert des empreintes. -Essais d'entrées-sorties</p>	<p><b>Activité 1 :</b> <b>Information sur l'architecture du réseau informatique du lycée.</b> l'intervenant présente l'architecture du réseau de l'établissement.</p> <p><b>Activité 2 :</b> <b>Recherche d'informations sur l'architecture des réseaux informatiques.</b> Remarque : Pour une meilleure gestion du matériel, les activités 2 et 3 peuvent être menées parallèlement avec deux des quatre groupes puis ils permutent en fin d'activité.</p> <p><b>Activité3 :</b> <b>Prise en main du logiciel.</b> Mise en œuvre du logiciel "HTAGS-TCP" Avant de pouvoir mener des investigations sur les informations stockées dans la serrure, les élèves doivent maîtriser les fonctions de gestion de la serrure, les élèves vont donc mettre en service la serrure, la paramétrer et simuler des entrées et des sorties.</p>

	Matériel et documents fournis	Activités élèves	Commentaires et objectifs
Séance 12	<p>- <i>Même matériel et documents que pour l'activité 3.</i></p> <p><i>On fournit les rapports, issus de la serrure de l'appartement de Mr X, édités par la police scientifique, le lendemain de la disparition.</i></p> <p><b>(voir document annexes 1)</b></p>	<p><b><u>Activité 4 : Prise en main de la fonction d'édition des registres. Etude de la structure et du contenu des registres.</u></b></p> <p>Après avoir paramétré la serrure, les élèves simulent et notent une succession simple d'entrées-sorties puis éditent les différents registres (rapport des entrées, rapport d'évènement, rapport des opérations, rapport sur l'historique des empreintes).</p> <p>Ils reconstituent ensuite la succession des évènements (paramétrage de la serrure, entrées-sorties).</p> <p><b><u>Activité 5 : Peut-on utiliser une empreinte puis la supprimer de la serrure et des registres ?</u></b></p> <p>Au cours d'une simulation simple d'entrées-sorties avec diverses empreintes enregistrées dans la serrure, les élèves procèdent à l'ajout d'une nouvelle empreinte, puis après une entrée-sortie avec celle-ci, à sa suppression. Ils initialisent alors la serrure et transfèrent à nouveau les empreintes présentes à l'origine dans la serrure.</p> <p>Ils éditent alors les registres et analysent les résultats.</p> <p><b><u>Activité 6 : Reconstitution du scénario exact des entrées-sorties de l'appartement de Mr X, le jour de l'enlèvement et la veille.</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Relever les incohérences entre les registres fournis (suppression d'une empreinte).</li> <li>- Relever les corrélations entre les intrusions possibles de l'inconnu et les témoignages de voisinage cités dans la 2<sup>ème</sup> partie du scénario.</li> </ul> <p>-Proposer un scénario avec son « timing » pour les entrées sorties de l'appartement de Mr X.</p> <p><b>(Voir document annexe 3)</b></p>	<p><b><u>Activité 4 :</u></b> <b><i>Edition et analyse des registres de la serrure</i></b> <i>L'élève vérifie que les différents rapports édités sont cohérents avec la simulation réalisée précédemment.</i></p> <p><b><u>Activité 5 :</u></b> <b><i>Que ce passe t-il si l'on supprime une empreinte de la serrure ?</i></b> <i>L'enseignant pourra aider les élèves à se rendre compte que toutes les opérations ont été mémorisées mais que dans le rapport des entrées, la référence à l'empreinte supprimée a disparue. C'est la référence de l'empreinte utilisée précédemment qui apparaît. Cette activité prépare l'élève à l'analyse des registres de la serrure de Mr X.</i></p> <p><b><u>Activité 6 :</u></b> <b><i>Analyse des registres fournis (serrure de Mr X). Recherche d'indices suspects. Reconstitution du scénario.</i></b> <i>Si le groupe d'élèves a des difficultés à exploiter les rapports, si les élèves ne détectent ni les incohérences ni les opérations d'intrusion dans le système informatique de la serrure, le professeur peut tout d'abord montrer la similitude des rapports avec la simulation de l'activité 3 Au besoin, il peut pointer en les justifiant avec les horaires les passages probables de l'inconnu dans l'appartement de Mr X.</i></p> <p><b>(Voir document annexe 2)</b></p>



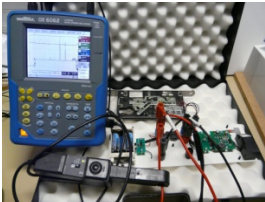
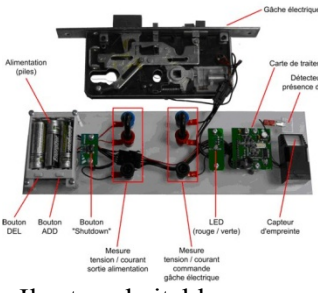
MPS police scientifique Fiche détaillée des activités pour l'indice SI 4



Indice SI 4 :

Analyser la gestion de l'énergie de la serrure biométrique.

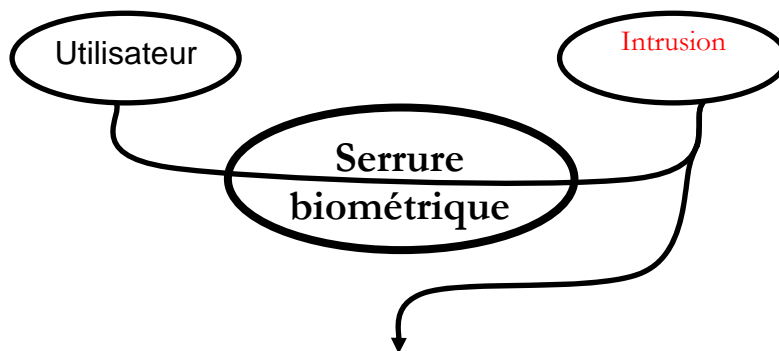
**Problème** : Déterminer s'il est possible, depuis l'intérieur, de maintenir le dispositif de verrouillage inactif afin de pouvoir s'introduire à nouveau dans la pièce sans avoir à s'identifier.

	Matériel et documents fournis	Activités élèves	Commentaires et objectifs
Séances 11 et 12	<p>un oscilloscope et une pince ampèremétrique. Ainsi qu'une notice d'utilisation.</p>  <p>Un ordinateur avec accès internet</p> <p>- Les élèves doivent disposer d'une serrure biométrique didactisée par groupe.</p>  <p>- Il est souhaitable que les élèves puissent disposer d'une serrure biométrique non didactisée en fin de séance 12 pour valider leur recherche.</p> <p>- Document ressource mise en service de la serrure autonome.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Investigations autour de l'alimentation en énergie électrique</b></li> </ul> <p><u>Activité 1</u> : Situation du problème Comment le système de déverrouillage est-il actionné ? Suite à la démonstration de l'intervenant, les élèves observent le fonctionnement du système didactisé en répétant les essais de déverrouillage/verrouillage (utilisation du document mise en service).</p> <p><u>Activité 2</u> : Réflexion autour du problème Echanges d'idées sur la résolution du problème</p> <p><u>Activité 3</u> : Elaboration d'un protocole de mesure pour visualiser : la tension et le courant fournis par les piles la tension et le courant consommés par le moteur.</p> <p><u>Activité 4</u> : Recherche de réponses au questionnaire proposé à l'activité 2.</p> <p>Vérification sur la serrure non didactisée si l'objectif a été atteint : « <b>pouvoir s'introduire à nouveau dans la pièce sans avoir à s'identifier</b> »</p>	<p><i>Activité 1 : l'intervenant met en service la serrure didactisée en mode auto-inspection (plus simple pour observer le fonctionnement)</i></p> <p><i>Activité 2 :</i> <i>L'intervenant peut susciter quelques pistes en fonction de l'avancement de la réflexion :</i> <i>Comment est consommée l'énergie électrique fournie par les piles ? Quand et comment le moteur est-il alimenté ? Quelle est l'autonomie des piles ? voir annexes</i></p> <p><i>Activité 3 :</i> <i>L'intervenant précise les fondamentaux de l'électricité : tension, courant, puissance, énergie, quantité d'électricité (document commenté) et justifie l'intérêt de visualiser la tension et le courant</i> <b>Il vérifie le câblage !!!</b></p> <p><i>Activité 4 :</i> <i>L'intervenant peut fournir les oscillogrammes manquants si nécessaire, donner des pistes de recherches sur les capacités des piles.</i></p>

## Annexe 9 : Compléments pour le professeur de SI

### ANALYSE FONCTIONNELLE EXTERNE

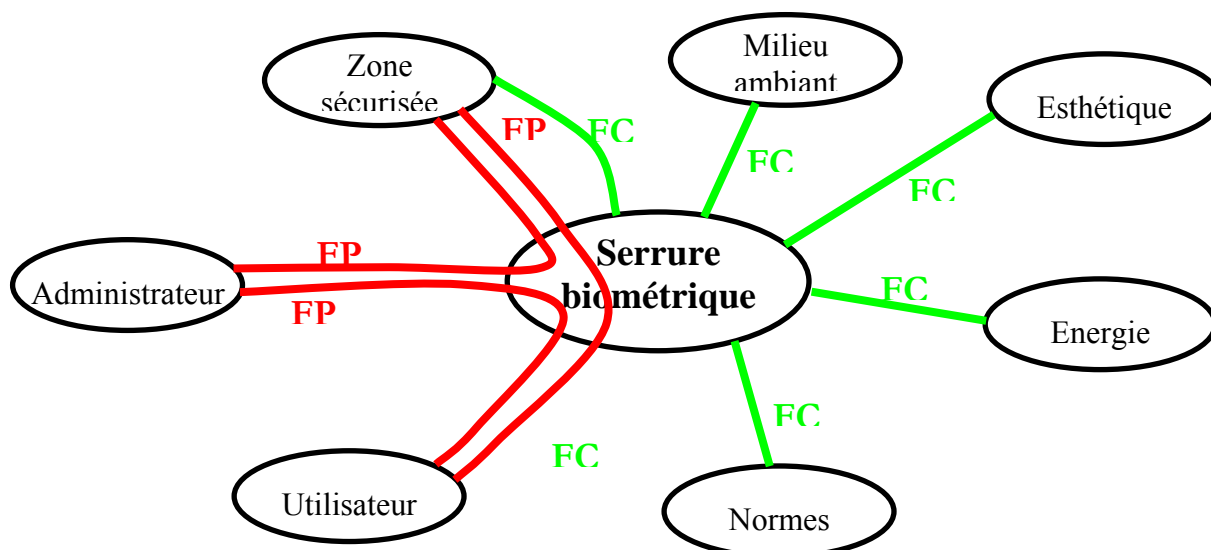
Expression du besoin fondamental (diagramme "bête à cornes")



Intrusion informatique  
depuis l'ordinateur de Mr X

- De quoi s'agit-il ? D'une serrure biométrique IP
- A qui sert-il ? à un utilisateur
- Sur quoi agit-il ? Sur l'accès à une zone sécurisée
- Pour quoi faire ? Pour entrer dans une zone sécurisée avec son empreinte digitale

Diagramme des interacteurs simplifié (diagramme "pieuvre")



FP1 : **Accéder** à la zone sécurisée avec une empreinte ou **sortir** de la zone sécurisée sans empreinte

FP2 : **Accéder** à la zone sécurisée avec une clé

FP3 : **Gérer** les autorisations des utilisateurs

FC1 : Doit être simple à utiliser

FC2 : Sécuriser la zone lors de la fermeture de la porte

FC3 : Doit plaire à l'œil

FC4 : Doit être conforme aux normes

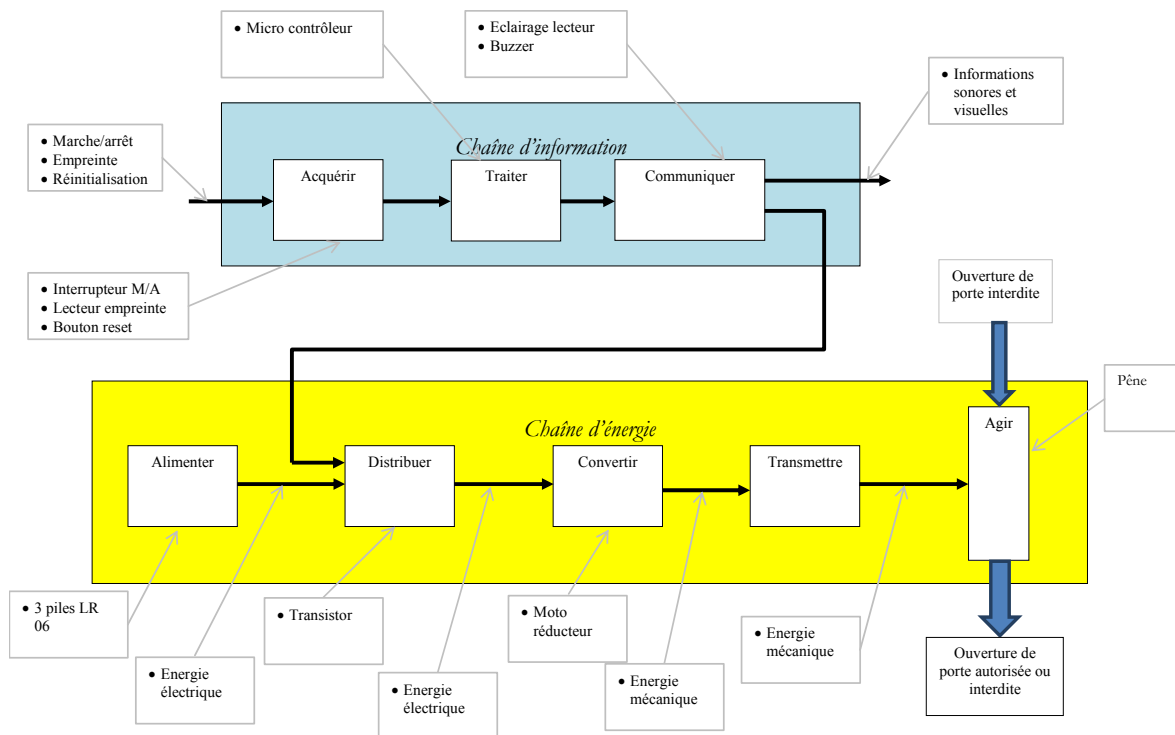
FC5 : Doit être indépendant énergétiquement en cas de coupure de courant

FC6 : Doit résister au milieu ambiant

Fonctions	Critères d'appréciation	Niveau d'appréciation	Flexibilité
FP1 : <b>Accéder</b> à la zone sécurisée avec une empreinte ou <b>sortir</b> de la zone sécurisée sans empreinte	Lecture des empreintes digitales pour entrer dans la zone sécurisée Durée de l'autorisation Sortir de la zone sécurisée	Lecture de l'empreinte, analyse des données et validation (ou non) de l'autorisation 3 secondes Sortie libre	F0  F1 F2
FP2 : <b>Accéder</b> à la zone sécurisée avec une clé	L'administrateur peut accéder à une zone avec la clé en cas de panne du système de contrôle	L'accès ne peut être donné que pas l'un des deux administrateurs	F0
FP3 : <b>Gérer</b> les autorisations des utilisateurs	Permettre aux utilisateurs d'accéder à certaines zones	100 utilisateurs maxi dont 2 administrateurs	F0
FC1 : Doit être simple à utiliser	Détection d'une empreinte	<b>Paramètre du lecteur d'empreinte :</b> Résolution d'image : 450 DPI Taux d'acceptation de mauvaises empreintes: < 0,0001% Taux de rejet de bonne empreinte : < 0,01% Capacité de stockage d'empreintes : 100 empreintes Temps de lecture d'une empreinte : < 1 seconde	F1
FC2 : Sécuriser la zone lors de la fermeture de la porte	Lors de la fermeture de la porte, celle-ci doit se verrouiller sans une action de l'utilisateur	Téton « claquage de porte »	F0
FC3 : Doit plaire à l'œil		Couvercle en aluminium anodisé	F3
FC4 : Doit être conforme aux normes		2 points de fermeture (1 point par le pêne dormant + 1 point par le pêne demi-tour). Résistance des pênes en poussée : 1 tonne. Durée de vie : 200 000 cycles ouverture / fermeture.	F0
FC5 : Doit être indépendant énergétiquement en cas de coupure de courant		Tension d'alimentation: 12 V DC Alimentation de secours : 3 piles AA Consommation : < de 2 W Statique : 200 mA Dynamique : 250 mA	F1
FC6 : Doit résister au milieu ambiant		Température de fonctionnement: - 20°C à 55°C Taux d'humidité: <85% Température de stockage: -40°C à 80°C	F0

Classe	F0	F1	F2	F3
<b>Flexibilité</b>	nulle	faible	moyenne	forte
<b>Niveau</b>	impératif	peu négociable	négociable	très négociable

# Chaîne d'information et d'énergie



## Annexe 10 : Compléments indice 3

### EDITION DES REGISTRES DE LA SERRURE DE L'APPARTEMENT DE Mr X.

#### Rapport des entrées

Plage horaire du 20/12/2010 au 23/12/2010

Impirmé le 2010-12-23  
12 :01 :04

Batiment	Etage n°	Nom de la porte	Personnel n°	Carte n°	Nom	Heure
A	1	Mr_X	1	1		20/12/2010 20 :00 :08
A	1	Mr_X	1	1		21/12/2010 10 :05 :23
A	1	Mr_X	1	1		21/12/2010 13 :12 :50
A	1	Mr_X	1	1		22/12/2010 18 :07 :56
A	1	Mr_X	1	1		22/12/2010 20 :24 :01
A	1	Mr_X	1	2		23/12/2010 11 :12 :00

#### Rapport d'évènement

Plage horaire du 20/12/2010 au 23/12/2010

Impirmé le 2010-12-23  
12 :01 :04

Batiment	Etage n°	Nom de la porte	Carte n°	Description de l'évènement	Heure
A	1	Mr_X	1	Ouvrir la porte manuellement	21/12/2010 07 :02 :37
A	1	Mr_X	1	Ouvrir la porte manuellement	21/12/2010 12 :05 :12
A	1	Mr_X	1	Ouvrir la porte manuellement	21/12/2010 12 :35 :42
A	1	Mr_X	1	Ouvrir la porte manuellement	21/12/2010 17 :10 :08
A	1	Mr_X	1	Ouvrir la porte manuellement	22/12/2010 07 :05 :41
A	1	Mr_X	1	Ouvrir la porte manuellement	22/12/2010 20 :32 :16
A	1	Mr_X	2	Ouvrir la porte manuellement	23/12/2010 11 :20 :25

#### Rapport sur l'historique des empreintes

Plage horaire du 20/12/2010 au 23/12/2010

Impirmé le 2010-12-23  
12 :01 :04

Carte n°	Batiment	Etage n°	Nom de la porte	Date d'expiration	Opérateur
	A	1	Mr_X	31/01/2010 18 :00 :08	Admin
	A	1	Mr_X	31/01/2010 18 :00 :08	Admin
	A	1	Mr_X	21/12/2010 12 :43 :03	Admin
	A	1	Mr_X	22/12/2010 18 :13 :20	Admin
	A	1	Mr_X	22/12/2010 18 :13 :20	Admin

#### Rapport des opérations

Plage horaire du 20/12/2010 au 23/12/2010

Impirmé le 2010-12-23  
12 :01 :04

Nom du module	Opération	Objet d'opération 1	Objet d'opération 2	Opérateur	Heure
Paramétrage du personnel	Ajouter	3		Admin	21/12/2010 12 :42 :23
Paramétrage du personnel	Supprimer	3		Admin	22/12/2010 18 :12 :14
Paramétrage de l'horloge	Transférer l'empreinte	0000000303	Mr_X	Admin	21/12/2010 12 :43 :03
Paramétrage de l'horloge	Transférer l'empreinte	0000000101	Mr_X	Admin	22/12/2010 18 :13 :19
Paramétrage de l'horloge	Transférer l'empreinte	0000000202	Mr_X	Admin	22/12/2010 18 :13 :20
Récupération des données	Téléchargement de données		Mr_X	Admin	23/12/2010 12 :00 :08
Paramétrage des périphériques	Réinitialiser	Mr_X		Admin	22/12/2010 18 :13 :08

## ANALYSE DES REGISTRES FOURNIS (points particuliers).

### Le 21 / 12 :

21/12/2010 10 :05 :23 Entrée de Mr X

Inconnu aperçu vers 12h par voisinage

entrée visiteur + sortie Mr X ?

21/12/2010 12 :05 :12 Ouverture de la porte (sortie)

21/12/2010 12 :35 :42 Ouverture de la porte (sortie)

21/12/2010 12 :42 :23 Ajout d'empreinte

21/12/2010 12 :43 :03 Transfert d'empreinte

Intrusion informatique  
depuis l'ordinateur de Mr X

Mr X aperçu par le traiteur vers 12h 45

21/12/2010 13 :12 :50 Entrée de Mr X

sortie visiteur + sortie Mr X ?  
2 sorties pour une entrée

21/12/2010 17 :10 :08 Ouverture de la porte (sortie)

22/12/2010 07 :05 :41 Ouverture de la porte (sortie)

### Le 22 / 12 :

22/12/2010 07 :05 :41 Ouverture de la porte (sortie)

Un inconnu est aperçu vers 18 h dans l'escalier par un voisin.

22/12/2010 18 :07 :56 Entrée de Mr X (Ce n'est pas Mr X mais l'inconnu qui a ouvert la porte avec une empreinte qu'il a enregistré la veille)

22/12/2010 18 :12 :14 Suppression d'empreinte

22/12/2010 18 :13 :19 Réinitialisation serrure  
+ transfert d'empreintes.

informatique  
2 sorties pour une entrée

Mr x sort du travail vers 20h

22/12/2010 20 :24 :01 Entrée de Mr X

22/12/2010 20 :32 :16 Ouverture de la porte (sortie)

## SCENARIO DES ENTREES- SORTIES les 21/12 et 22/12

20/12/2010 20 :00 :08

*Entrée de Mr X*

21/12/2010 07 :02 :37

*Sortie de MR x (rien à signaler pour la nuit du 20 au 21/12)*

21/12/2010 10 :05 :23 Entrée de Mr X

*Entrée de Mr X (étonnant en pleine matinée, sans doute un rendez-vous).*

### **Inconnu aperçu vers 12h par voisinage**

21/12/2010 12 :05 :12 Ouverture de la porte (sortie)

*Mr x ouvre la porte et fait entrer l'inconnu, son futur assassin.*

21/12/2010 12 :35 :42 Ouverture de la porte (sortie)

*Mr X sort et descend chez le traiteur du quartier.*

21/12/2010 12 :42 :23 Ajout d'empreinte

*L'assassin profite d'être seul chez Mr X pour entrer dans le logiciel de gestion des serrures.*

21/12/2010 12 :43 :03 Transfert d'empreinte

*Il enregistre son empreinte dans la serrure pour avoir accès à l'appartement de Mr X.*

### **Mr X aperçu par le traiteur vers 12h 45**

21/12/2010 13 :12 :50 Entrée de Mr

*Mr X revient avec le déjeuner.*

21/12/2010 17 :10 :08 Ouverture de la porte (sortie)

*Après une longue discussion, Mr X fait sortir l'assassin.*

22/12/2010 07 :05 :41 Ouverture de la porte (sortie)

*Le lendemain matin, Mr X sort de l'appartement.*

### **Un inconnu est aperçu vers 18 h dans l'escalier par un voisin.**

22/12/2010 18 :07 :56 Entrée de Mr X

*C'est en fait l'assassin qui entre dans l'appartement mais son empreinte n'est pas identifiée dans le rapport car il l'a supprimée de la serrure. L'identifiant devient alors le dernier entré soit Mr X.*

22/12/2010 18 :12 :14 Suppression d'empreinte

*L'assassin efface les traces informatiques de son intrusion.*

22/12/2010 18 :13 :19 Réinitialisation serrure + transfert d'empreintes.

*L'assassin remet la serrure dans sa configuration de départ.*

### **Mr x sort du travail vers 20h**

22/12/2010 20 :24 :01 Entrée de Mr X

*Entrée de Mr X, après le travail.*

22/12/2010 20 :32 :16 Ouverture de la porte (sortie)

*L'assassin sort avec Mr X.*

23/12/2010 11 :12 :00

*La sœur de Mr X entre dans l'appartement (son empreinte est enregistrée dans la serrure)*

23/12/2010 11 :20 :25

*La sœur de Mr X sort après avoir constaté l'absence de son frère et le grand désordre dans l'appartement.*

*C'est ensuite la police qui entre et sort de l'appartement en utilisant une clé qui leur a été remise par la sœur de la victime.*

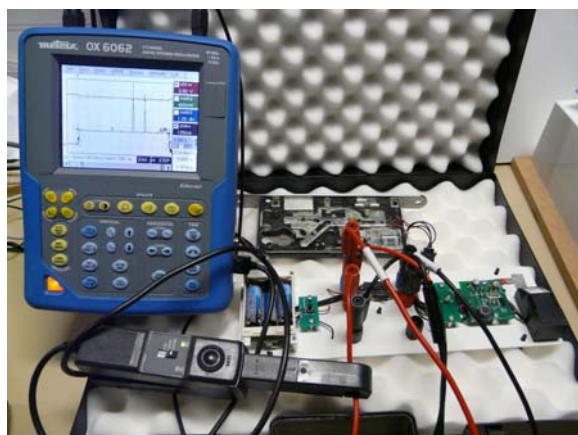
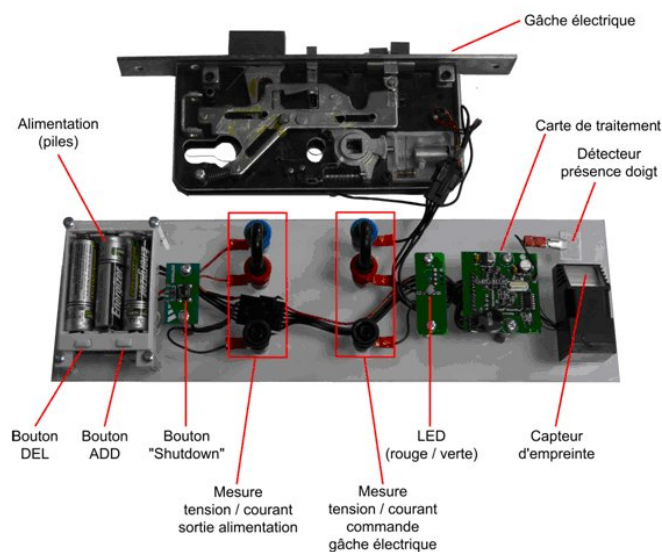
## Annexe 11 : Compléments indice 4

Identification des éléments.

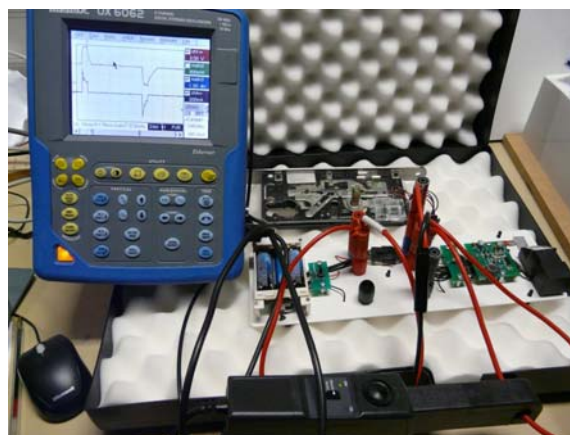
La serrure biométrique didactisée permet d'observer le fonctionnement du système de déverrouillage/verouillage.

Elle permet de mesurer :

- tension et courant fournis par les piles.
- tension et courant consommés par le moteur.



Visualisation de la tension et du courant fournis par les piles.



Visualisation de la tension et du courant consommés par le moteur.

Caractéristiques techniques (extraits du document « mise en service »)

Capteur	Optique 450Dpi
Temps d'enrôlement	< 1 secondes
Temps d'identification	< 2 secondes
Taux de faux rejet	< 0,01 %
Taux de fausse acceptation	< 0,0001 %
Capacité mémoire	100 utilisateurs (2 administrateurs / 98 utilisateurs)
Alimentation	3 piles AA
Consommation en fonctionnement	< 150 mA
Consommation en veille	< 25 $\mu$ A
Modes d'ouverture	- Empreintes seule - Clé de sécurité mécanique
Température de fonctionnement	-10°C ~ +50°C
Humidité	20% ~ 80%



# Oscillogrammes et commentaires

## 1. Demande d'identification : tension et courant piles.

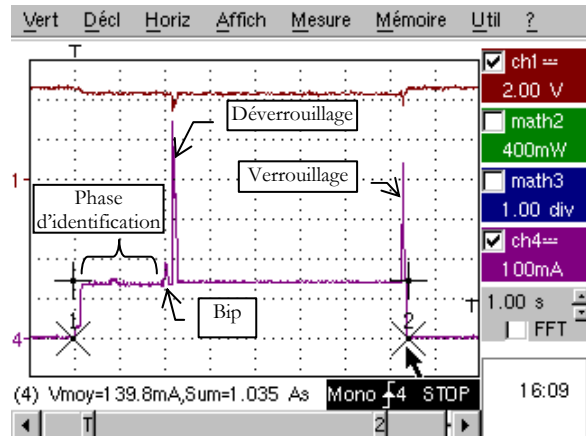
Le courant moyen est conforme aux données techniques du constructeur :  $139,8\text{mA} < 150\text{mA}$

L'oscilloscope utilisé permet d'indiquer la valeur moyenne du courant entre les curseurs 1 et 2 (il affiche  $V_{\text{moy}}$  !!!)

Il permet aussi d'indiquer la quantité d'électricité fournie par les piles entre les curseurs 1 et 2: ici  $\text{Sum} = 1,035\text{As}$  soit  $1,035\text{C}$  (Coulomb). Cela peut permettre de déterminer l'autonomie des piles.

On peut vérifier le temps d'identification conforme aux données techniques du constructeur :  $< 2\text{s}$

On peut aussi observer la durée entre le déverrouillage et le verrouillage :  $5\text{s}$ , laps de temps disponible pour manœuvrer la poignée.



## 2. Demande d'identification : tension et courant piles, moteur déconnecté.

Remarque la durée de la phase d'identification peut varier d'un essai à l'autre.

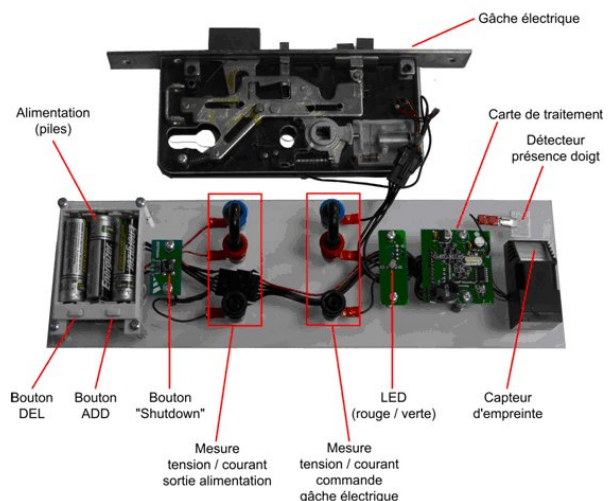
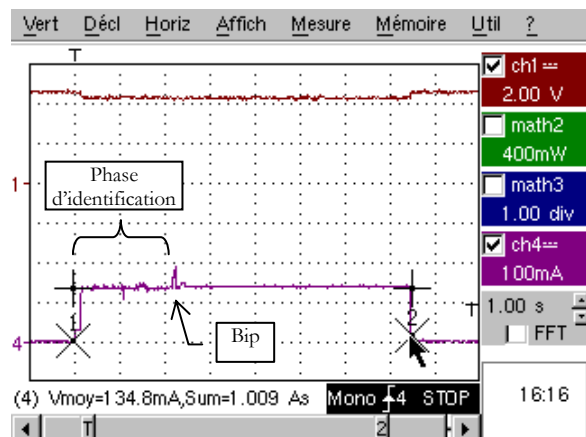
Pour effectuer des mesures qui puissent être comparées, il est préférable d'utiliser le mode auto-inspection de la serrure (appui simultané sur les touches « del » et « add »)

En première approche, on peut remarquer que la consommation électrique du moteur ( $1,035 - 1,009 = 0,026\text{C}$ ) est très faible devant le reste, essentiellement dû à la consommation du capteur d'empreinte.

Procédure à suivre pour le mode auto-inspection (extraits du document « mise en service »)

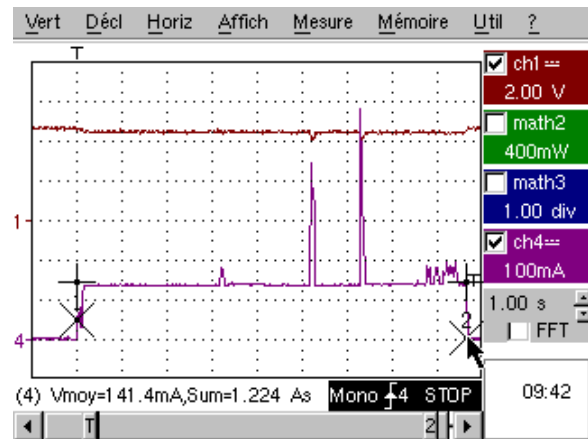
Cette procédure permet à la serrure d'auto inspecter son système pour vérifier que tout fonctionne correctement.

- A) Appuyer et maintenez en même temps les boutons ADD et DEL jusqu'à entendre 1 court BIP.
- B) NE RETIRER PAS vos doigts jusqu'à entendre un 2<sup>ème</sup> BIP. La serrure est alors en mode auto inspection et les étapes sont les suivantes :



- La LED verte et rouge clignote alternativement
- Vous entendrez le moteur de la serrure à encastrer tourner dans un sens, puis dans l'autre.
- Si les piles sont faibles, la LED rouge s'allumera. Sinon elle s'éclairera en vert.
- Inspection du capteur : si tout va bien, le capteur s'éclairera en bleu et vous entendrez deux BIP.
- Vous entendrez alors 1 long BIP, ce qui signifie que l'inspection est terminée.

### 3. Auto inspection : tension et courant piles.

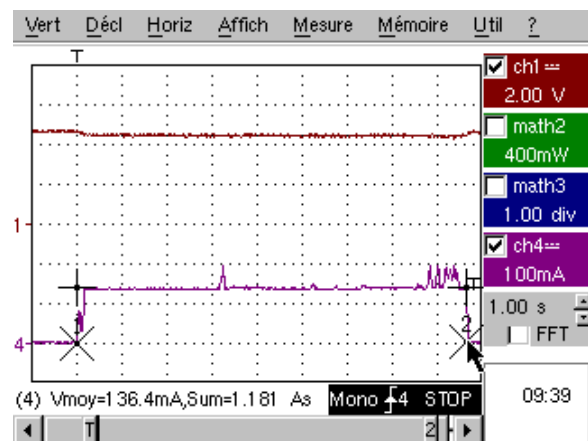


### 4. Auto inspection : tension et courant piles, moteur déconnecté.

En première approche, on peut remarquer que la consommation électrique du moteur ( $1,224 - 1,181 = 0,043C$ )

Est du même ordre de grandeur que celle déterminée dans l'essai « demande d'identification ».

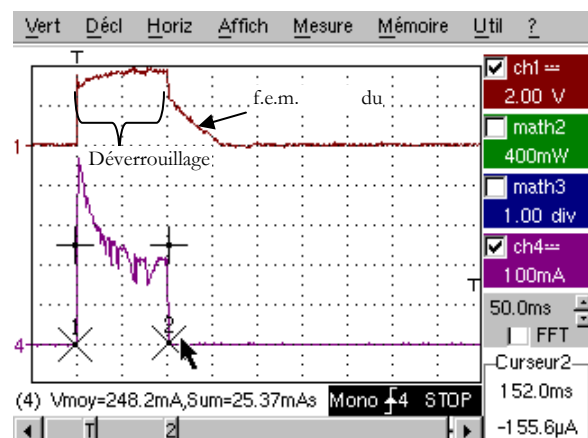
Cette méthode est peu précise car le résultat provient d'une soustraction de mesures de valeurs voisines.



Une méthode plus pertinente consistera à mesurer directement la consommation du moteur. De plus, l'essai sera réalisé en 2 temps afin de zoomer sur les phases de déverrouillage et de verrouillage.

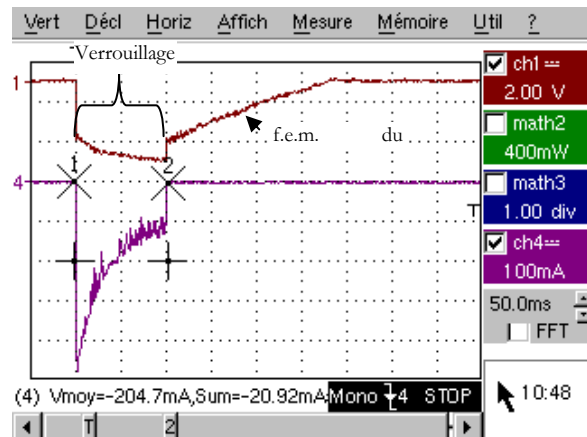
### 5. Détail déverrouillage : tension et courant moteur

- Le courant et la tension sont tous deux positifs pendant cette phase.
- La consommation électrique du moteur est de  $0,02537C$

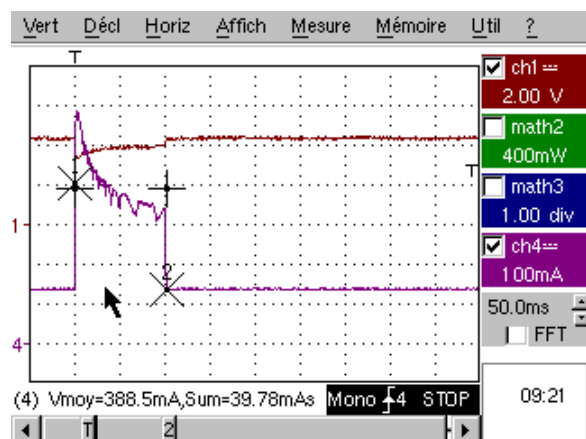


## 6. Détail verrouillage : tension et courant moteur

- Le courant et la tension sont tous deux négatifs pendant cette phase.
- La consommation électrique du moteur (valeur absolue) est de 0,02092C
- La consommation électrique du moteur pour un cycle est donc égale à 0,04629C



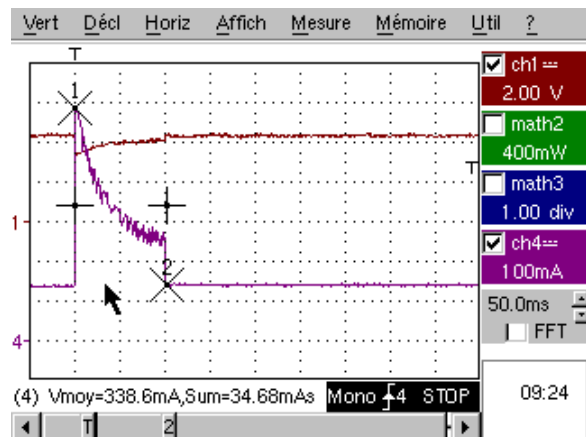
## 7. Détail déverrouillage : tension et courant piles.



## 8. Détail verrouillage : tension et courant piles.

En les comparant aux 2 précédents, ces 2 derniers relevés mettent en évidence :

- Que la valeur absolue du courant moteur s'ajoute à la consommation du capteur.
- Qu'il y a un dispositif d'inversion entre les piles et le moteur lors du verrouillage mais que la consommation du moteur est bien fournie par les piles.



## Problématiques possibles

### Quelle est l'autonomie approximative des piles ?

Document Varta <http://www.varta-microbattery.com/>

Pile de type alcaline AA capacité **2,6Ah** (débit continu sur résistance de  $75\Omega$  décharge jusqu'à 0,9V)

Les piles sont placées en série → la capacité totale est celle d'une pile soit  $2,6 * 3600 = 9360C$

1 cycle d'identification consomme 1,035C (voir oscillogramme 1)

Nombre théorique de cycles possibles :  $9360/1,035 = 9043$  cycles.

Autre méthode (plus réaliste au niveau de la résistance de charge)

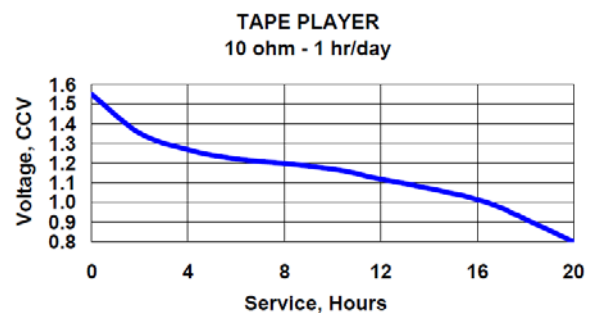
Document Energizer <http://data.energizer.com/>

Pour une décharge jusqu'à 0,9V → 18h de fonctionnement

1 cycle dure 7,5s (voir oscillogramme 1)

Nombre théorique de cycles possibles :

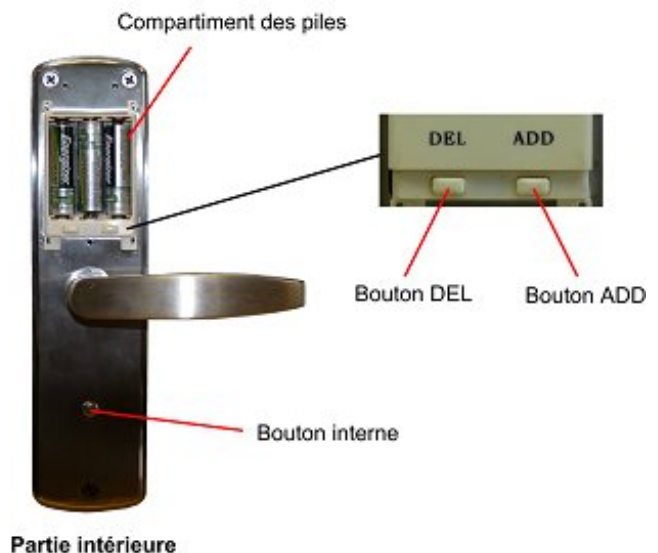
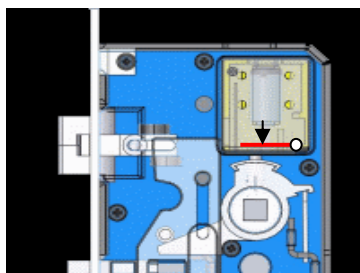
$18*3600/7,5 = 8640$  cycles.



### Comment maintenir la serrure déverrouillée sans être administrateur ?

Tenter sa chance de l'extérieur et attendre un magistral coup de bol ???

- Avoir accès à l'intérieur de la pièce.
- Accéder au compartiment des piles.
- Réaliser la procédure d'auto-inspection (appui simultané sur les touches « del » et « add »)
- Attendre le déverrouillage pour retirer les piles (attention, il n'y a qu'une seconde de délai entre le déverrouillage et le verrouillage)
- Le déverrouillage reste maintenu.



## Quelle est la consommation d'énergie électrique pour un cycle de reconnaissance biométrique ?

Pour 1 cycle d'identification ((voir oscillogramme 1)

Tension piles  $U_{piles} = 4,5V$  Courant moyen piles  $\langle I_{piles} \rangle = 139,8mA$  durée du cycle  $T_{cycle} = 7,5s$

$$W_e = U_{piles} * \langle I_{piles} \rangle * T_{cycle} \quad W_e = 4,5 * 0,1398 * 7.5 \quad \mathbf{W_e = 4.72J}$$

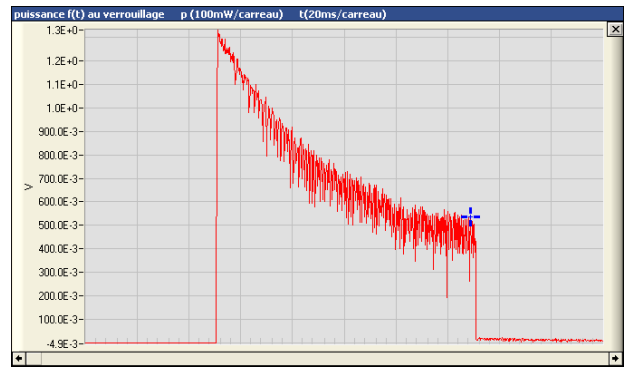
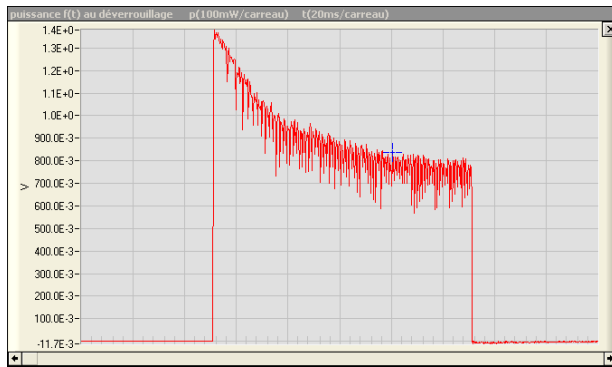
Soit environ 1 calorie ou encore un coût de 0,0000001310625 € (tarif EDF)

## Quelle est la consommation d'énergie électrique du moteur pour un cycle de reconnaissance biométrique ?

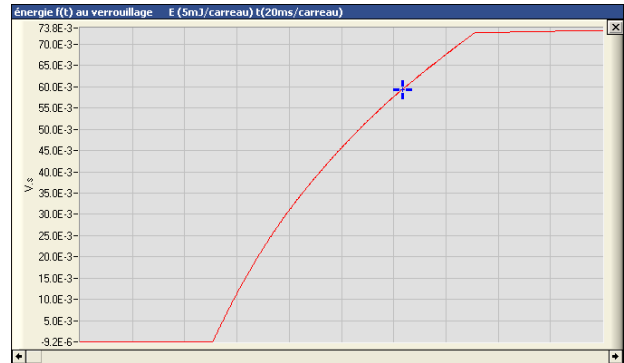
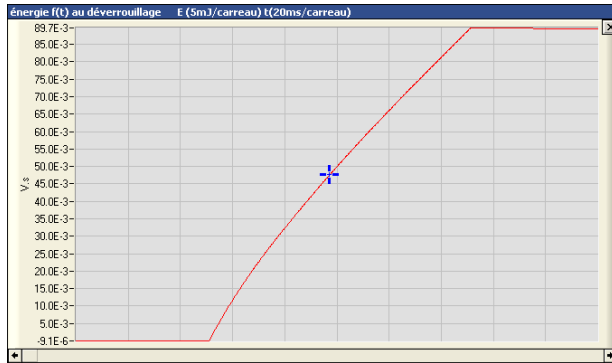
C'est un peu plus compliqué car tension et courant varient : (oscillogrammes 5 et 6)

Il faut faire le produit  $u_{moteur} * i_{moteur}$  à chaque instant afin de trouver  $p_{moteur} f(t)$

Déterminer l'énergie à partir de  $p_{moteur} f(t)$  par un calcul d'aire (méthode graphique par exemple)



Ou avoir le logiciel compatible avec l'oscilloscope



$$E_{cycle} = E_{déverrouillage} + E_{verrouillage} \quad E_{cycle} = 0,0897 + 0,0738 \quad \mathbf{E_{cycle} = 0,1635J}$$

Autre méthode (plus approximative) en considérant que la tension  $U_{moteur}$  est constante =  $\pm 3,5V$

$$\begin{aligned} \langle P_{déverrouillage} \rangle &= U_{moteur} * \langle I_{moteur} \rangle = 3,5 * 0,2482 & \langle P_{déverrouillage} \rangle &= 0,8687W \\ \langle P_{verrouillage} \rangle &= U_{moteur} * \langle I_{moteur} \rangle = -3,5 * -0,2047 & \langle P_{verrouillage} \rangle &= 0,71645W \end{aligned}$$

$$E_{cycle} = P_{déverrouillage} * t_{déverrouillage} + P_{verrouillage} * t_{verrouillage} \quad E_{cycle} = 0,8687 * 0,1 + 0,71645 * 0,1 \quad \mathbf{E_{cycle} = 0,1585J}$$

Résultat voisin du précédent.