

Atelier scientifique MPS – L'analyse physique – Partie 1 Diffraction par un cheveu – Séance 1

1 Les indices qui signent

Une scène de crime recèle une multitude de traces. Aussi infimes soient-elles, leur analyse par des techniques spécifiques peut s'avérer déterminante lors d'une enquête.

Certaines traces, comme les empreintes digitales ou l'ADN, permettent d'établir un lien individualisé entre des faits et un auteur. Sur une scène d'infraction, il existe aussi de nombreuses traces dont le relevé et l'exploitation constituent un ensemble corroboratif (un faisceau d'indices) qui, selon le principe d'échange de LOCARD, signera la présence d'un individu et les actions réalisées.

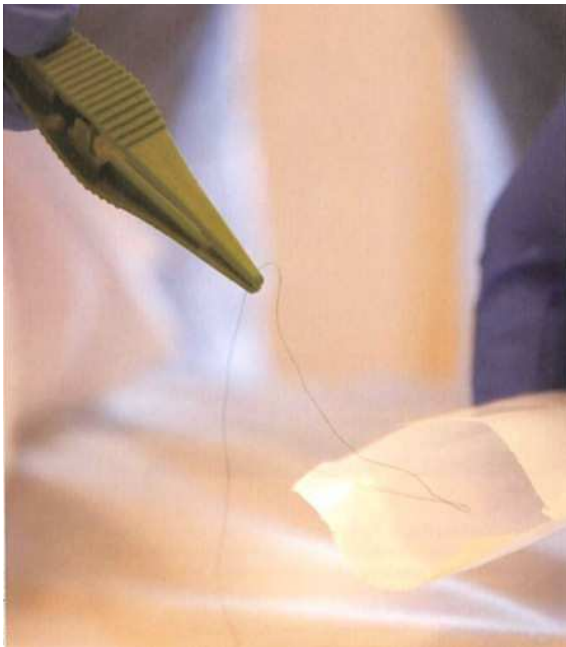


Figure 1 – Prélèvement d'un cheveu sur une couverture.

Nous nous proposons d'expliciter cette conception au travers du scénario suivant : une victime toxicomane, tuée par arme à feu, a été retrouvée à proximité de son véhicule incendié. Elle est identifiée et, lorsque les enquêteurs arrivent à son domicile, la porte d'entrée est fractionnée. Les premiers éléments issus de l'enquête de voisinage ciblent rapidement un suspect habitant dans la même rue. Les enquêteurs se rendent immédiatement chez lui et découvrent une arme ainsi qu'une mallette à outils grande ouverte. Le suspect est interpellé et ses vêtements immédiatement saisis.

L'analyse des microprélèvements, ou microanalyse, permet de mettre en évidence des résidus de tir invisibles à l'œil nu, mais aussi de comparer des traces manufactu-

rées comme celles laissées par un outil ou encore les traces de transfert, sols, fibres, verre... Considérer qu'une trace de toute petite taille ne peut apporter qu'une faible information est une erreur. La révélation et l'exploitation des « microtraces » présentes sur la scène de crime, mais aussi sur les auteurs, les objets utilisés ou déplacés et les victimes peuvent se montrer particulièrement déterminantes pour l'enquête.

Omniprésents dans la vie courante, les textiles perdent des fibres, naturellement, ou suite à un contact. La mise en évidence de ces fibres s'avère donc cruciale, car elle permet de signer sans ambiguïté le contact physique entre la victime et son agresseur. Dans notre affaire, les vêtements du suspect et de la victime ont été immédiatement saisis. Ils sont ensuite minutieusement inspectés dans le but de retrouver des fibres étrangères. La nature de ces fibres (origine naturelle ou chimique) et leur classe générique (coton, laine, soie, etc.) sont déterminées par observation optique et analyse par spectrométrie. Enfin, les fibres étrangères au textile sont comparées avec celles composant le vêtement d'origine. L'expert se prononce ensuite sur leur provenance possible ou probable (vêtements du suspect ou pas). Les conclusions exprimées sont affinées grâce à une connaissance approfondie des statistiques prenant en compte la « valeur indiciaire » (la capacité à être un indice probant) de chaque type de fibre dont l'usage est plus ou moins répandu.

[En conclusion,] analysés et exploités par les experts, [les indices] permettent d'aboutir à un faisceau d'éléments et à des inférences(*) pouvant être suffisamment probantes pour confondre un auteur. Mais surtout, par la possibilité qu'ils offrent d'établir la chronologie et la matérialité des faits, ces indices signent la réalité ou non de l'intention criminelle et sont déterminants au moment du procès pénal. Aucune discipline n'est en mesure de détenir à elle seule la clé d'une énigme criminelle. À l'inverse, nul acteur ne doit être sous-estimé, car on ne peut pas évaluer a priori la force probante d'un indice, aussi infime soit-il.

(*) L'inférence est un mouvement de la pensée allant des principes à la conclusion. C'est une opération qui permet de passer d'une ou plusieurs assertions, des énoncés ou propositions affirmés comme vrais, appelés prémisses, à une nouvelle assertion qui en est la conclusion.

Source de la définition : Wikipédia.

a. Dressez la liste des microprélèvements utiles dans le cas du scénario présenté.

b. Pour chaque microprélèvement, listez une ou plusieurs méthodes d'analyse physique ou chimique.

3 Fibre ou poil ?

Édmond LOCARD, médecin légiste français, a fondé en 1910 le premier laboratoire de police technique à Lyon. Son traité de criminalistique jette les bases de la recherche scientifique d'empreintes et de traces au service de la justice. Il est l'auteur d'un « principe d'échange » universel, non remis en cause à ce jour qui stipule que « nul ne peut agir avec l'intensité que suppose l'action criminelle sans laisser de marques multiples de son passage. Tantôt le malfaiteur a laissé sur les lieux les marques de son activité ; tantôt, par une action inverse, il a emporté sur son corps ou sur ses vêtements les indices de son séjour ou de son geste ».



Figure 2 – Poil de chat.

Ce principe s'applique à toutes sortes de traces, telles que les empreintes digitales, les traces biologiques, les particules de résidus de tirs ou les fibres. Il est d'autant plus évident lorsque les contacts entre le criminel et la victime sont violents.



Figure 3 – Cheveu humain.

Les poils et les autres fibres sont considérés comme des éléments insignifiants, mais très résistants, ils se retrouvent souvent sur les lieux d'un crime. Leurs prélèvements peuvent donc fournir à la police des informations importantes lors d'une enquête.

3.1 Distinguer un poil d'une autre fibre

Une fibre est une formation végétale ou animale, mais ce terme est également utilisé par extension pour désigner divers matériaux minéraux ou synthétiques ayant le même aspect.

Il est aisé de différencier les fibres des poils récoltés sur une scène de crime. Ces derniers sont caractéristiques : ils sont constitués d'un bulbe, c'est-à-dire d'une racine renflée, surmonté par une tige libre, flexible et effilée à l'extrémité ; ils ont une structure cellulaire concentrique, avec la moelle (canal médullaire) au centre, le cortex (substance corticale) et enfin des écailles superposées formant la cuticule. La couleur d'un poil est due aux pigments présents dans le cortex. Les autres fibres, elles, n'ont ni cet aspect ni cette structure.

3.2 L'analyse d'un poil

Les premières études de poils ont été réalisées dès la fin du 19^e siècle. En 1910, Victor BALTHAZARD et Marcelle LAMBERT publient *Le poil de l'homme et des animaux*, la première étude exhaustive de cheveux dans un ouvrage incluant de nombreuses études microscopiques.

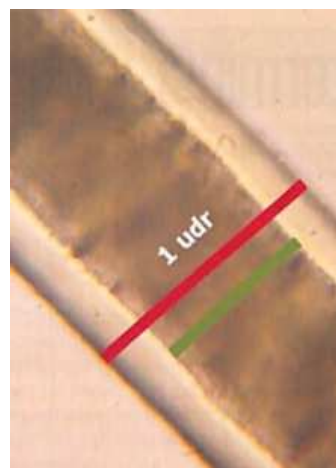


Figure 4 – Calcul d'indice médullaire.

Pour déterminer si un poil est d'origine humaine ou non, l'expert le prélève avec une pince fine, le place entre lame et lamelle et l'observe à l'aide d'un microscope optique, ce qui lui permet de mesurer le diamètre du canal médullaire et celui du poil entier. Il lui suffit alors de faire le rapport de ces deux diamètres pour obtenir l'indice médullaire(*). Si cet indice est inférieur à 0,38, le poil est humain ; s'il est supérieur à 0,50, il provient d'un animal.

(*) Une médullaire en anatomie désigne généralement, au sein d'un organe, la partie centrale.

Source de la définition : Wikipédia.

c. Donnez l'énoncé du principe d'échange d'Édmond LOCARD.

d. Expliquez la différence entre une fibre et un poil, et détaillez comment on peut les différencier en pratique.

4 Modélisation au laboratoire

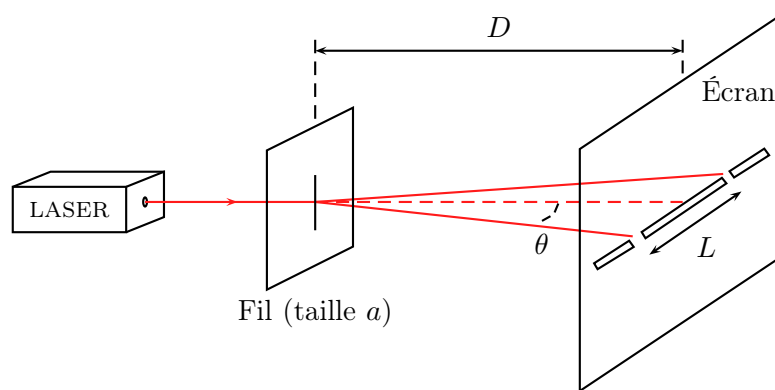


Figure 5 – Diffraction de la lumière par un fil.

Le faisceau LASER est dangereux pour l'œil ! Ne jamais diriger le faisceau LASER vers l'œil.

On dispose de six fils de diamètres a connus. Ce fil peut être remplacé par un cheveu de taille a inconnue afin de déterminer l'indice médullaire dont il est question dans les documents précédents.

Pour cela, on place le fil sur le trajet du faisceau LASER, tel que montré sur la figure 5. Sur l'écran, on observe une *figure de diffraction* (une tache centrale de diffraction et des taches latérales deux fois plus petites) :

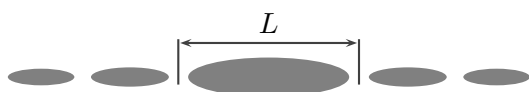


Figure 6 – Figure de diffraction typique.

La largeur L de la tache centrale de diffraction est inversement proportionnelle au diamètre du fil disposé dans le faisceau. On va mettre à profil ce phénomène pour trouver le diamètre d'un cheveu inconnu, après avoir mesuré L pour des fils connus. Attention, L se mesure au niveau des points de lumière nulle (extinction), pas au niveau des limites apparentes de la tache, qui dépendent des conditions d'éclairage !

Cette largeur L est double des interfranges des taches latérales (les taches latérales sont deux fois plus petites), et on peut être beaucoup plus précis en mesurant la largeur pour un grand nombre de franges, pour ensuite diviser par le nombre de franges — sans oublier de multiplier par deux !

L'écran est placé à une distance D du fil la plus grande possible, distance qui doit rester fixe (plus l'écran est loin, plus la figure obtenue est grande). Avec un crayon de papier, repérer la position de l'écran et du support de la diapositive sur la table, afin de pouvoir les placer au même endroit au cas où l'un d'eux se déplace.

Mesurer soigneusement la distance D choisie.

$$D = \dots\dots\dots$$

Appel du professeur n° 1 — Vérification des positions de la diapositive et de l'écran, et de la distance mesurée D .

Pour chacun des six fils connus, de diamètre a indiqué en micromètre (μm) sur les diapositives, et mesurer la largeur L de la première tache de diffraction (tache lumineuse centrale). Noter cette grandeur avec le plus de précision possible. Compléter le tableau suivant.

a (μm)	L (cm)	$\frac{1}{a}$ (μm^{-1})

Appel du professeur n° 2 — Vérification du tableau, complété avec les six valeurs de diamètre a et les six valeurs de taille de tache centrale L .

Disposer un cheveu de taille a inconnue dans une diapositive vide, et mesurer la largeur L de la première tache de diffraction.

$$L = \dots\dots\dots$$

Tracer L en fonction de $1/a$.

Appel du professeur n° 3 — Vérification des points placés et des axes légendés sur le papier millimétré.

Tracer une droite d'interpolation moyenne (passant par le maximum de points). Utiliser la droite d'étalonnage précédente pour trouver, par lecture graphique, la taille a de l'objet diffractant de taille inconnue.

$$a = \dots\dots\dots$$

Appel du professeur n° 4 — Vérification de la droite d'étalonnage.

e. On dispose au laboratoire de différents types de cheveux et de poils de divers animaux (crin de cheval, poil du chat, etc.). Expliquez comment l'expérience réalisée permet de distinguer ces prélèvements entre eux.

.....

.....

.....