



LA CHIMIE MÈNE L'ENQUÊTE

Les chimistes au service de la vérité, un avant-goût

Jusque dans les années 1970, les chimistes étaient en première ligne pour l'exploitation des indices découverts sur les scènes de crime (poisons, explosifs, stupéfiants, accidents de la route, balistique et munitions...).

Puis la chimie invente et/ou contribue au ressort de nouvelles technologies lesquelles, progressivement, vont compléter le terrain d'investigation policière, à savoir :

- **le test ADN**, roi de l'investigation jusqu'à les années 2000 et encore aujourd'hui ;
- **l'informatique** dont la lutte contre la cybercriminalité qui permet d'identifier les délinquants (fraude de carte bleue, images pédophiles, atteinte à la vie privée, diffamation) et la protection des données personnelles.



La **cybercriminalité** est l'ensemble des infractions pénales qui sont commises sur les réseaux informatiques et en particulier sur Internet.

Croque la pomme...

La mort par poisons n'est pas récente lorsque l'on parcourt l'Histoire, l'arsenic considéré comme le roi des poisons a été plusieurs fois utilisé dans de nombreux empoisonnements célèbres. De même que les intoxications au monoxyde de carbone, citons la mort d'Émile Zola en 1902, victime de ce gaz toxique pendant son sommeil.



Figure 1

Marie Lafarge, accusée d'empoisonnement de son mari à l'arsenic.

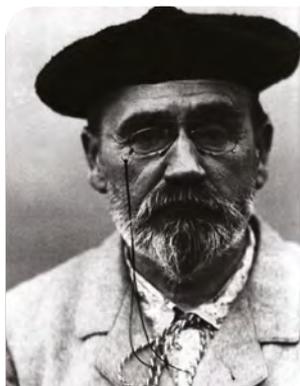


Figure 2

Émile Zola est décédé suite à une intoxication à l'oxyde de carbone.



Figure 3

L'arsenic, substance incriminée dans de nombreuses affaires d'empoisonnement.

La chimie pour prévenir et punir

Pour lutter contre la délinquance, deux actions sont menées de front : la prévention et la répression dont voici deux exemples illustratifs.

La prévention

Lors de soirées festives, des violeurs potentiels vont discrètement glisser dans le verre de leurs victimes une substance incolore et inodore. Il s'agit du « gamma-hydroxybutate » (GHB) qui provoque un état hypnotique et amnésique.



La victime est alors démunie de toute résistance et d'état de conscience.

Figure 4

L'utilisation du gamma-hydroxybutate (GHB) à l'insu de la victime.



Des chimistes ont créé une bandelette qui, discrètement plongée dans le verre, peut signaler la présence d'une telle substance.

À titre **préventif**, des précautions complémentaires sont à prendre, à savoir :

→ ne pas lâcher son verre, vérifier que les canettes ou les petites bouteilles parviennent fermées, ne jamais accepter de verre non servi devant soi...

La répression

Au cours d'une fête d'anniversaire, un groupe d'amis se réunit, consomme de l'alcool et du cannabis.

Au retour, le conducteur consommateur perd le contrôle du véhicule qui va percuter un poteau électrique. Heureusement, pour cette fois, pas de victime mais des dégâts matériels.

La police arrive. Après investigation des lieux, des prélèvements sont réalisés dont notamment quelques cheveux du conducteur qui sont expédiés au laboratoire scientifique ; les résultats sont irréfutables : présence de drogue... la justice tranchera...



Figure 5

Les cheveux pour tracer la présence de drogue.

Il faut savoir qu'aujourd'hui les méthodes analytiques en chimie ont tellement évolué que l'on est capable de détecter des substances étrangères au niveau du nano gramme.

Évolution technologique en analyse



Figure 6 A) Balance romaine ; B) balance de Sartorius ; C) instrument CG/MS (chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse) (Perkin Elmer, modèle SQ8).
Source : A) Wikipedia, Licence CC-BY-SA-3.0, Antony B. ; B) Science Museum/Science & Society Picture Library ; C) Clarus RSQ 8 CG/MS – Perkin Elmer.

Au fil des progrès des instruments de mesure, la chimie analytique peut voir aujourd'hui ce qui était invisible précédemment. Longtemps limités à l'échelle du gramme, puis du milligramme, plusieurs ordres de grandeurs décroissantes ont été atteints ces dernières années (Figure 6).



Approfondissons ensemble les cas suivants.

Les incendies-explosions



Suite à l'explosion d'un hangar situé près d'un aéroport, la police intervient sur place pour comprendre d'où est parti le sinistre et rechercher des substances accélératrices du feu, déposées volontairement ou par un jeu de hasard.

Figure 8

Simulation d'un incendie sur un entrepôt intégralement instrumenté.

Un exemple qui mérite encore d'être complètement élucidé est l'explosion de l'usine d'AZF à Toulouse en 2001.

Le nitrate d'ammonium s'était montré comburant (brûle avec...) en 1921 à Oppau en Allemagne, lors d'une explosion d'un tas de cinq cents tonnes pris en masse que l'on avait essayé de désagréger à l'aide d'un bâton de dynamite.

Cet accident causa le décès de près de six cents personnes.

Lors de l'accident d'AZF, des produits de nature chlorée auraient pu jouer le rôle de la dynamite utilisée à Oppau, dans un dépôt de nitrate d'ammonium.

Identification de traces de sang

Le signalement d'une gardienne d'immeuble disparue depuis quelques jours a été fait par les locataires inquiets. Quelques jours auparavant, certains ont entendu une violente dispute provenant de l'appartement de cette dernière et depuis, plus aucun signe de présence. Un vêtement féminin tâché de sang a été retrouvé dans l'appartement.

Dans ce cas, il s'agit d'identifier d'infimes traces de sang sur les lieux. Dans d'autres cas, il s'agira d'en détecter sur une victime ou un agresseur.

Un produit chimique, le luminol, va être utilisé : grâce à sa réaction avec les ions de fer présents dans l'hémoglobine du sang, il produit par oxydoréduction un nouveau produit, lui luminescent, qui révélera par sa lumière la présence du sang.



Figure 9

L'ADN parlera...



Remarque

Le principe est le même que la lumière émise par les lucioles, les nuits d'été, lumière produite par une réaction chimique. Il s'agit de bioluminescence.

Il ne restera plus qu'à prélever des échantillons pour une analyse ADN : ainsi, la victime ou l'agresseur seront formellement identifiés à condition que l'on dispose de traces répertoriées.

Aujourd'hui, un nouveau produit plus performant que le luminol existe : il s'agit du « blue star ».

Sa sensibilité étant améliorée, il est capable de révéler des traces beaucoup plus infimes que le luminol.

Il permet de détecter à l'œil nu des traces de sang jusqu'à la dilution 1/10 000^e.

Cela veut dire détecter des traces infimes ou micro-gouttes effacées ou minutieusement lavées avec ou sans détergent.



Figure 10

Le BLUESTAR® FORENSIC pulvérisé sur le lavabo révèle la présence de sang.



Identification du sang

Après avoir repéré et prélevé les tâches de sang, il faut effectuer différentes analyses. Le sang étant de composition extrêmement complexe, il est très difficile d'aller chercher proprement et sans interférences la substance d'intérêt.

C'est pourquoi, le chimiste, avant toute analyse, va épurer le sang et extraire les substances d'intérêt.

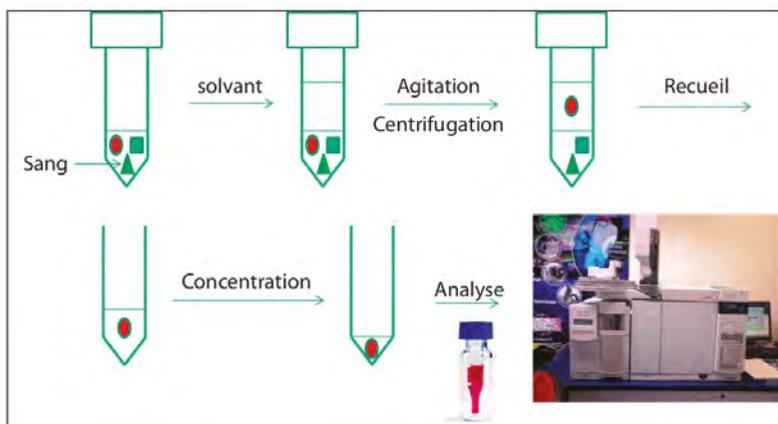


Figure 11

Principe d'extraction d'une substance dans le sang.

Après rajout d'un solvant, agitation et centrifugation, il va recueillir au fond de son tube de prélèvement, les substances à analyser en évitant, au mieux, les possibles interférences avec le contenu dense du sang...

Il ne reste plus qu'à séparer les différentes substances sur des colonnes dites de chromatographie.

Une colonne de silice (sable) va trier la migration des substances chimiques en fonction de leur forme, taille et de leurs propriétés physico-chimiques afin de les analyser.



La Chromatographie

Il s'agit de la réalisation d'un tri entre les différentes espèces moléculaires d'un mélange. On va ainsi forcer toutes les molécules à effectuer un parcours commun parsemé d'obstacles : certaines espèces franchiront aisément, d'autres auront plus de difficulté. À l'arrivée, il y aura un échelonnement.

Pour entraîner les molécules, il faut les véhiculer dans un fluide – la phase mobile – qui peut être soit liquide soit un gaz (Figure 12).

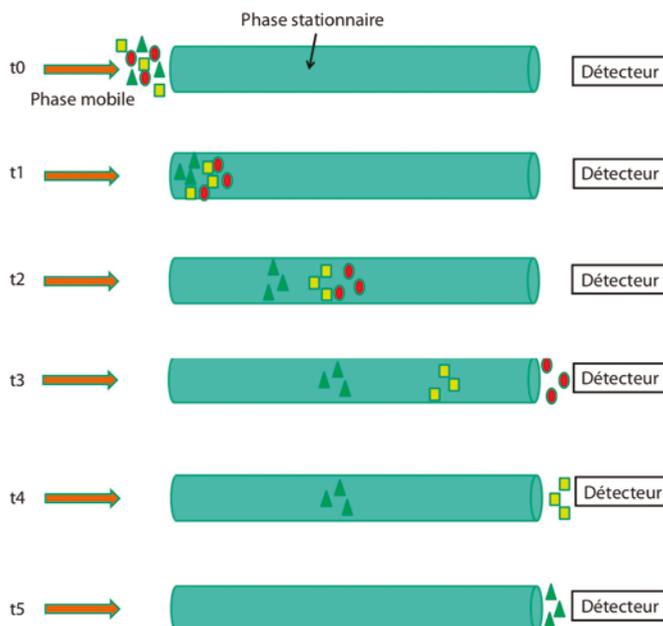


Figure 12

Principe de la chromatographie : les constituants du mélange sont séparés par différence de rétention sur une phase stationnaire, entraînés par une phase mobile. Le temps de rétention est caractéristique du composé.

L'obstacle à franchir, qui ne doit pas être entraîné par la phase mobile, doit être fixe et produire des effets reproductibles : il constitue la phase stationnaire. Cette dernière, le plus souvent emprisonnée dans une colonne, peut être un solide ou un liquide immobilisé sur un solide. Le détecteur analytique va alors lister les différentes substances, leur nature et leur formule chimique.



Les cheveux à la recherche d'un indice ?

Bien que le sang soit la substance la plus utilisée pour la recherche des produits chimiques ingérés, les phanères sont de plus en plus analysés lors des enquêtes dans la mesure où ils peuvent nous fournir des informations critiques et complémentaires.

En effet, une fois le médicament ou le toxique « entré » dans le phanère, il y reste jusqu'à ce que ce dernier soit jeté ou détruit.

Ainsi en ce qui concerne les cheveux, leur étude peut permettre d'évaluer une chronologie des faits, voir entreprendre une datation approximative.

La vitesse de pousse d'un cheveu est d'environ un centimètre par mois. Si l'on trouve un produit ingéré à trois centimètres du cuir chevelu, c'est donc qu'il a été absorbé environ trois mois auparavant.

De plus, cette technique permet de différencier les produits ingérés une fois, par rapport à des produits pris quotidiennement, lesquels par principe seraient présents tout le long de la tige du cheveu.

Exemple d'un cas de soumission chimique

Une femme dîne chez un ami. Au cours du repas, elle boit du rhum puis souffre de troubles visuels, de vertiges et fait un malaise.

Le lendemain, elle se réveille en sous-vêtements dans le lit de cet ami en ne conservant aucun souvenir de la nuit.

Elle porte plainte mais plusieurs jours après, ce qui rend toute tentative d'analyse du sang ou des urines caduque. L'ensemble des indices a certainement bien été éliminé depuis longtemps.

Dernier recours ?... les cheveux !

Une mèche de cheveux est cousue sur une feuille de papier sur laquelle est indiquée une échelle en centimètres (de gauche vers la droite), *figure 13*.



Phanère, du Grec « phaneros » : ce qui se voit ; c'est-à-dire ongles, poils et cheveux.



Remarque

C'est par exemple le cas des personnes consommant de la drogue (cocaïne, héroïne, hachich...).

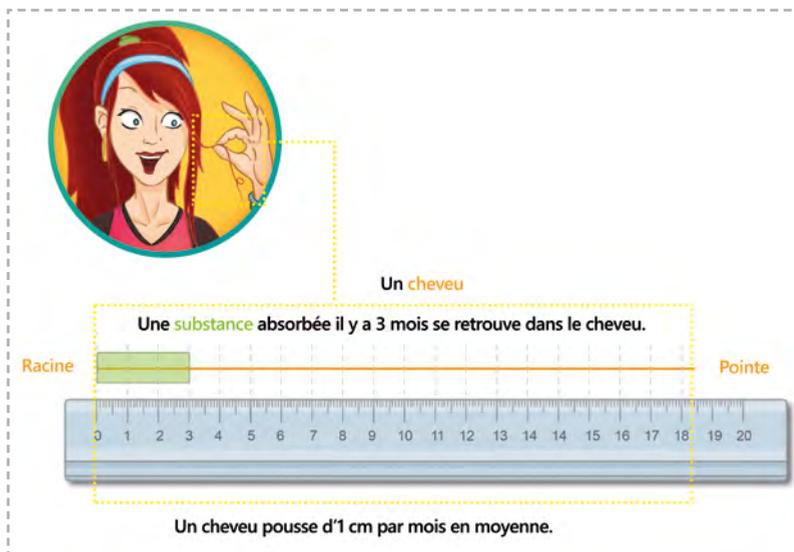


Figure 13

Tout ce que peut nous révéler un cheveu.

Comme les cheveux poussent d'environ un centimètre par mois, on en déduit que toute drogue ingérée le mois précédent doit se trouver entre un et deux centimètres en partant de la racine, sur la partie gauche de la figure.

Les résultats sont reportés sur la *figure 14*.

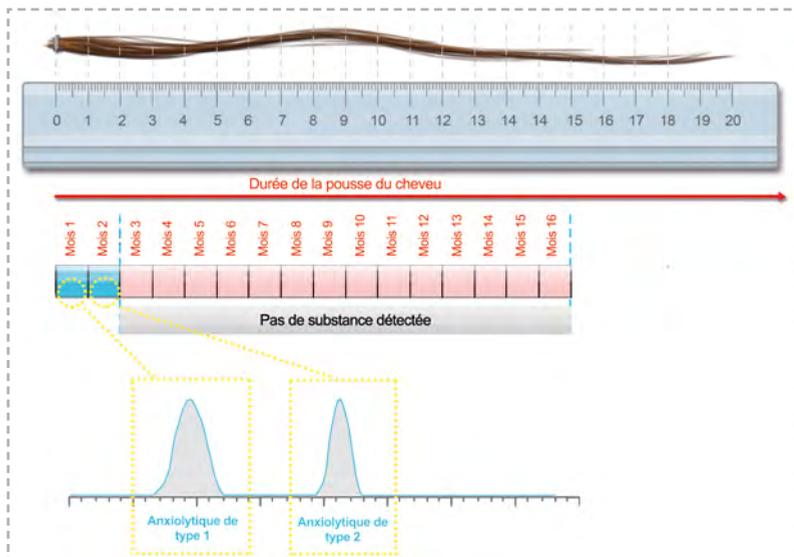


Figure 14

La figure met en évidence la présence d'anxiolytiques susceptibles d'être utilisés dans le cadre de la soumission chimique.



Comme le montre la *figure 14*, la victime a bien été exposée à deux agents hypnotiques et si on additionne les deux verres de rhum... nous pouvons aisément comprendre le malaise profond de cette dame.



Un **anxiolytique** est un médicament destiné à soigner les troubles de l'anxiété.

Et toujours plus d'applications

De nombreuses autres applications en chimie permettent d'obtenir des indices sur les scènes ou les personnages intervenant dans un crime. Par exemple :

- **les scotchs, les adhésifs** retrouvés dans les agressions à domicile, appelés en jargon policier les « saucissons » lorsque les victimes sont ficelées. Retrouvés chez les agresseurs, l'étude des colles peut établir une correspondance ;
- **les résidus de tirs** : lors de l'utilisation d'une arme à feu, des nuages se créent, liés aux poudres de propulsion et à l'amorce (plomb, baryum, antimoine généralement) et se dispersent sur les vêtements et les mains. Selon la densité de produits et la présentation morphologique, on peut savoir s'il s'agit de résidus de tir et même donner des éléments de proximité entre le porteur et le coup de feu ;

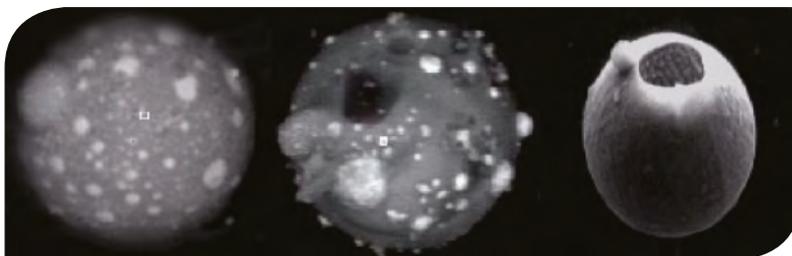


Figure 15

Quelques exemples de particules de résidus de tir.

- **le cannabis et autres drogues dites naturelles** : confirmer qu'il s'agit bien de drogue, déterminer le degré de pureté en principe actif, ce qui permet de situer le détenteur dans la chaîne de redistribution, et faire des liens entre les différents lots de drogue en comparant les taux d'impuretés et de solvants.
- ...



Les pistes de l'avenir

Cependant, il reste encore des progrès à faire. On peut citer les améliorations suivantes à développer :

– **les délais de la réponse** : la garde à vue étant limitée légalement dans le temps, il faudrait être en mesure d'amener un maximum de preuves avant la fin de celle-ci.

Pour cela, il faudrait améliorer la miniaturisation (encore moins de matière exigée pour les analyses), le débit (encore plus de résultats et d'expériences dans le même laps de temps) ;

– **sur le plan scientifique** :

- augmenter la flexibilité des techniques analytiques et passer de certaines matrices (sanguines) à d'autres plus facilement exploitables comme la salive,
- atteindre le niveau de flair du chien. Malgré les progrès réalisés en termes de sensibilité des méthodes utilisées, nous sommes encore loin d'avoir atteint la capacité du chien à détecter certaines substances ou individus ayant participé à des événements recherchés.

Mais sans mesure objective, comment condamner un individu simplement sur le témoignage d'un chien ?

– **sur le plan gestion humaine** : eu égard à la diversification de métiers scientifiques intervenant dans une enquête, il faudrait être en mesure d'initier et soutenir le travail par équipe et faire travailler pour le même objectif, les différents métiers pluridisciplinaires : enquêteurs, juges d'instruction, chimistes, biologistes, physiciens, médecins légistes...

Conclusion

La chimie intervient à différents niveaux dans le cadre d'analyses dans les enquêtes policières. La précision et l'innovation sont des facteurs clés dans la réussite de ces méthodes chimiques.