Les sciences forensiques et l'IRCGN

D'après la conférence du **Colonel Patrick Touron**

Après avoir effectué son service national dans la gendarmerie, le colonel Patrick Touron a hésité entre l'agrégation de biologie et l'École des Officiers de la Gendarmerie Nationale. Il a finalement choisi de devenir officier de gendarmerie puis a préparé un master de criminalistique chimique à l'Université des sciences criminelles de Lausanne. Il a travaillé dans différents pays comme la Palestine, avec pour mission de mettre en place un laboratoire de lutte anti-terroriste, et à Phuket en Thaïlande, comme chef du détachement français en charge de l'identification des victimes françaises du tsunami. Ses différentes missions, tant en France qu'à l'étranger, montrent la diversité des fonctions offertes par la gendarmerie. En particulier, il a commandé, à partir de 2008, le groupement de gendarmerie départementale du Bas-Rhin (67), soit 1 060 gendarmes répartis dans quarante unités, et il est désormais directeur adjoint de l'Institut de Recherche Criminelle de la Gendarmerie Nationale (IRCGN)[1], après avoir occupé les différents postes techniques de chef du département Incendies-explosifs de 1991 à 2000, puis celui de chef de la division criminalistique Physique-Chimie de 2004 à 2008.

Je suis un colonel de la gendarmerie mais aussi un scientifique, chimiste par passion. De nombreux chapitres de l'ouvrage *Chimie et expertise, sécurité des biens et des personnes* (EDP Sciences, 2014) font référence au métier de « chimiste analyticien ». Cette présentation va décrire la vision que nous avons de ce métier d'expert « foren-

1. http://www.gendarmerie.interieur.gouv.fr/fre/Sites/Gendarmerie/Presentation/Police-Judiciaire/Police-scientifique-IRCGN

sique » (les sciences forensiques regroupant toutes les sciences mises à contribution pour révéler et contextualiser les informations portées par les indices prélevés sur une scène d'infraction) dans la pratique à l'IRCGN, en illustrant, à travers différents cas pratiques, le quotidien de ce métier.

1 L'importance de la formation scientifique dans la criminalistique

Une notion importante à prendre en compte est la formation du plus grand nombre aux sciences. Nous sommes très sensibilisés sur l'importance de la formation du plus grand nombre aux sciences pour lutter contre l'illettrisme scientifique de nos sociétés afin de leur permettre de comprendre les résultats des expertises judiciaires. Le travail de P. Arpino (voir le ***Chapitre de P. Arpino***, dans *Chimie et expertise*), par exemple dans *L'Actualité Chimique*[2], ou le travail réalisé par l'IRCGN en lien avec l'éducation nationale qui inclut la criminalistique dans les programmes scientifiques des lycées pour illustrer les lois physiques ou chimiques, a un objectif clair, celui d'attirer les jeunes vers la chimie, la science, la rigueur, la réflexion, vers une méthodologie. C'est la raison pour laquelle le dernier document qui est diffusé dans tous les centres de documentation et d'information des établissements scolaires a un numéro spécial dédié à la criminalistique[3].

Il faut comprendre qu'en gendarmerie, nous recrutons des scientifiques (chimistes, physiciens, biologistes, etc.), qui deviennent gendarmes par une formation en école suivie d'une pratique sur le terrain de quelques années en tant que gendarme. Il est très important que les scientifiques des laboratoires soient également des gendarmes pour qu'ils adaptent leurs travaux aux besoins du terrain, de manière réaliste. On a en effet la crainte du professeur Tournesol, qui développe des outils inutilisables sur le terrain.

Je voudrais aborder la notion de vérité ou de preuve scientifique, ainsi que la notion d'expert. En effet, quand un chimiste donne un résultat analytique, son travail s'arrête au rapport de résultats. Lorsque l'on est expert et que l'on rend un résultat, suite à l'analyse d'un élément provenant d'une scène de crime, nous devons expliciter ce résultat aux magistrats mandants, et souvent, nous devons présenter notre rapport devant les juridictions de jugement, aux assises, et l'expliquer au président de la cour, aux avocats et aux jurés.

Par exemple, le commandant Cognon (voir le ***Chapitre de G. Cognon/B. Frère*** dans *Chimie et expertise*), spécia-

2. *L'Actualité Chimique* est la revue de la Société Chimique de France (SCF). Site : www.lactualitechimique.org. Voir en particulier les numéros spéciaux *La chimie mène l'enquête* (n° 342-343, juin-juillet-août 2010 et n° 3778-379, octobre-novembre 2013).

3. Textes et Documents pour la Classe, n° 1070, 15 février 2014, « *La police scientifique* ».

liste incendie, était récemment aux assises, suite à une investigation incendie qu'il a conduite, qui a abouti à la mise en cause d'un incendiaire. Cette mise en cause sur des éléments techniques doit être comprise de tous, y compris du mis en cause. C'est là qu'on se rend compte de l'importance de faire de la formation et de la pédagogie, puisque 90 % de son travail n'a pas été dans la rédaction de ses propres résultats mais dans l'explication de ce que signifient ses résultats dans le contexte et l'environnement de la scène d'incendie en question.

On se rend compte ainsi que la lutte contre l'illettrisme scientifique fait partie intégrante de la mission de prévention, d'éducation, de défense et de sécurité que l'on doit avoir auprès de tous les citoyens. En effet, si un juré, une victime ou un auteur n'est pas en mesure de comprendre un résultat scientifique présenté devant une juridiction, comment peut-on comprendre un jugement et finalement participer à une décision, ou encore accepter une décision judiciaire qui se base sur des éléments d'expertises scientifiques ?

2 De la scène de crime au laboratoire

2.1. Les multiples acteurs autour de la scène de crime

Lorsqu'il y a une scène d'infraction assez complexe, de nombreuses personnes interviennent (***Figure 1***), d'où l'importance de préserver les lieux et donc de réaliser un gel des lieux. L'objectif étant de ne pas perturber les traces laissées et surtout de ne pas rajouter les traces de personnes n'étant pas liées à l'infraction. Le point fort pour la gendarmerie est d'arriver à maîtriser la scène de crime par un dispositif criminalistique cohérent, présent sur tout le territoire national, de manière à pouvoir exploiter au mieux les indices présents, laissés ou emportés par l'auteur. On doit également maîtriser la communication autour d'un évènement grave afin d'éviter de gêner le travail des enquêteurs ou celui des criminalistes, car on est toujours confronté à la problématique de la rumeur, de la peur injustifiée ou de la mauvaise information. Ainsi pour nous, « il y a plus dangereux que l'ignorance, c'est

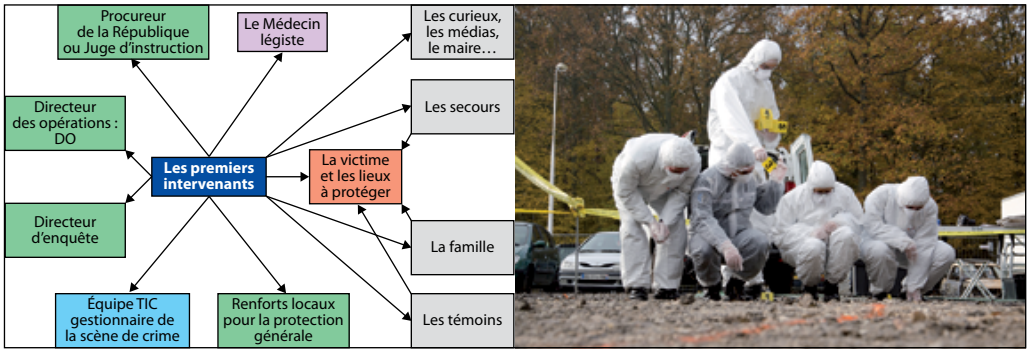

Figure 1

Les intervenants autour d'une scène de crime sont multiples.

lorsque certains ont l'illusion de la connaissance ».

2.2. La structure de la gendarmerie et la chaîne criminalistique

L'échelon local est le canton constitué de la brigade de gendarmerie qui possède des techniciens d'investigation criminelle de proximité. On a ensuite un échelon départemental où les gendarmes sont dotés de moyens techniques et matériels supérieurs. Enfin, le troisième niveau est le niveau national avec son laboratoire pluridisciplinaire et ses experts forensiques.

Le découpage de la chaîne criminalistique en gendarmerie est véritablement spécifique, cohérente et efficiente. Elle est répartie en trois niveaux qui s'emboîtent par subsidiarité :

– les techniciens d'investigations criminelles de proximité (TICP), au niveau des cantons (***Figure 2A***), doivent être capables de réagir immédiatement, de relever des empreintes digitales ou des traces d'ADN, et identifier les indices qui nécessiteront l'intervention de l'échelon technique supérieur ;

– les techniciens d'investigations criminelles (TIC), qui travaillent sur des plateaux criminalistiques au niveau des départements (***Figure 2B***) ; ils disposent de moyens techniques et de formations leur permettant de détecter, prélever et préserver tous types d'indices, et sont formés pour analyser sur leur plateau un grand nombre d'indices courants tels les empreintes digitales ou les documents.

– l'IRCGN, au niveau national, avec son laboratoire pluridisciplinaire et ses experts dans tous les domaines des sciences forensiques, assure la cohérence scientifique de cette chaîne criminalistique, et est en mesure de répondre à toutes demandes du terrain (***Figure 2C***). En effet, le principe général qui prévaut est que l'on doit offrir à n'importe quel citoyen victime, qu'il se trouve au sommet de la montagne ou dans la ville la plus dense, le même service en matière d'investigation post-infractionnelle, dans la recherche de l'auteur. Une fois qu'on a intégré cette notion, on peut comprendre le maillage de la gendarmerie et la gradation de ses spécialistes.

Ce découpage territorial, qui souhaite offrir à chaque citoyen une réponse de la même nature, impacte la qualité des personnels et la qualité des matériels dont on dispose à chaque niveau. Pour être efficace, la gendarmerie respecte le principe de suppléance, c'est-à-dire que chacun doit savoir à quel moment il s'arrête pour laisser la place au niveau supérieur. C'est la question de la rationalité scientifique, mais aussi des coûts et de la qualité de l'intervention. Ce grand principe de suppléance est une mesure d'efficience que l'on a mise en place et que l'on continue de suivre.

2.3. Les moyens de la gendarmerie

Au premier niveau, à l'échelon local, on trouve la police technique et scientifique de proximité : la criminalistique.

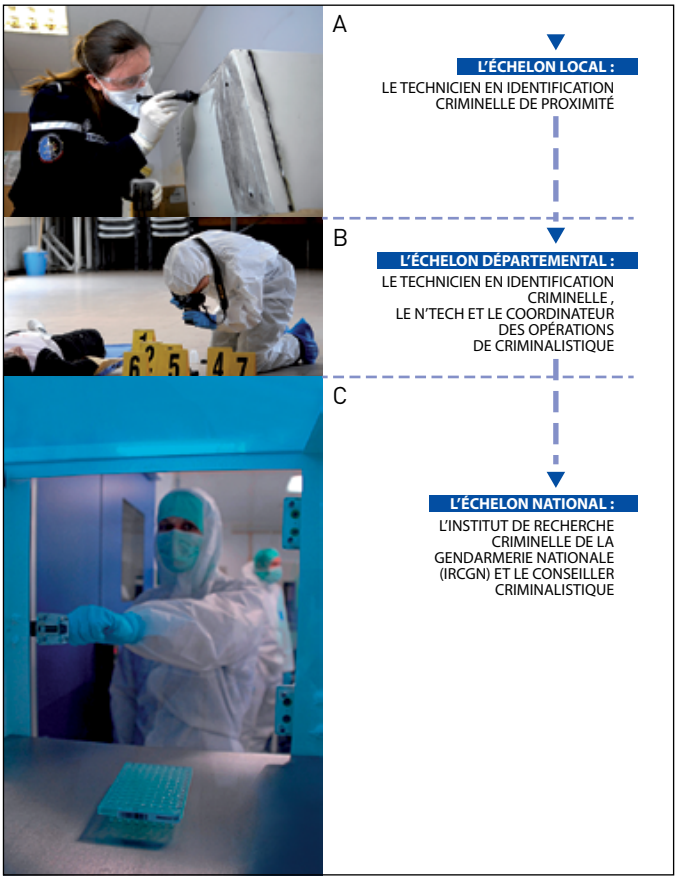

Figure 2

Le découpage territorial de la gendarmerie selon trois échelons : local, départemental et national.

Toutes les unités sont munies des matériels qui permettent de faire des détections et révélations d'empreintes digitales (***Figure 3A*** et ***B***) grâce à des poudres spécifiques et des prélèvements biologiques d'ADN (***Figure 3C***), ainsi que de fibres, de mégots de cigarettes, ou de tout ce qu'on peut trouver comme objet (indices) sur une scène d'infraction. Ils possèdent également un lot gel des lieux, constitué de piquets (***Figures 3D*** et ***E***), reliés par de petites bandes jaunes jouant un rôle très important, puisqu'une fois mises autour de la scène d'infraction, cela signifie que plus personne ne peut rentrer, mis à part des spécialistes d'un niveau supérieur qui sont sollicités pour chercher d'autres types d'indices.

Les séries télévisées représentent plutôt le niveau départemental avec ses plateaux criminalistiques (***Figure 4***) et l'intervention de spécialistes qui sont aussi enquêteurs (officiers de police judiciaire). À ce niveau-là, les gendarmes mènent l'enquête et font en même temps de la technique. Néanmoins, le temps de l'action et la multicompétence présentée dans

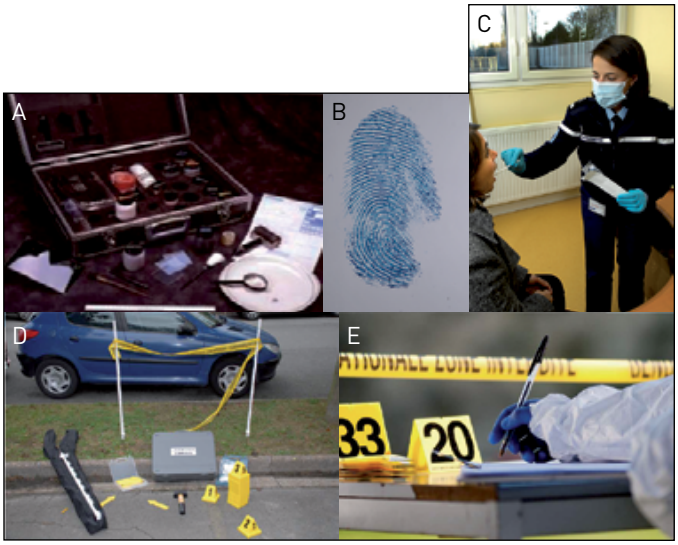

Figure 3

A et B) Matériel de révélation d'empreintes digitales ; C) prélèvement d'ADN ; D et E) piquets entourant une scène de crime/accident.

ces feuilletons n'est pas réaliste ou comparable avec ce que nous pratiquons. Ces personnes ont reçu une formation adaptée au besoin, reçoivent des matériels plus complexes qu'à l'échelon local et pratiquent davantage de chimie analytique. En effet, on utilise beaucoup de moyens chimiques de révélation d'empreintes sur des supports poreux (comme du papier) ou sur différentes surfaces non poreuses (verre, plastique, etc.). Ces gendarmes doivent maîtriser la chimie avec toutes ses contraintes HSE (Hygiène, Sécurité, Environnement) qui en résultent, ainsi que les formations nécessaires à l'emploi de méthodes d'essais normalisées. Ils réalisent également des études de documents afin de détecter des traces d'individus les ayant manipulés ou des traces de modification, puisqu'ils possèdent des moyens spectroscopiques qui permettent d'identifier dans plusieurs gammes de longueurs d'ondes des empreintes ou des falsifications de documents officiels. On travaille actuellement à pouvoir les doter de certains équipements qui sont désormais extrêmement compacts et très utilisés comme un infrarouge portable ou un Raman portable[4]. Ces instruments sont très

4. Un infrarouge (ou spectromètre infrarouge) est un appareil de mesure permettant de décomposer un faisceau lumineux dans la gamme de longueurs d'ondes correspondant à l'infrarouge. Un Raman (ou spectromètre Raman) est un appareil de mesure qui utilise une méthode non destructive d'observation et de caractérisation de la composition moléculaire et de la structure externe d'un matériau, en exploitant le phénomène physique selon lequel un milieu modifie légèrement la fréquence de la lumière y circulant. Ce décalage en fréquence correspond à un échange d'énergie entre le rayon lumineux et le milieu, et donne des informations sur le substrat lui-même. Les informations obtenues par la mesure et l'analyse de ce décalage permettent de remonter à certaines propriétés du milieu. Cette technique est complémentaire de la spectroscopie infrarouge.

Figure 4

Plateau technique départemental.

pratiques et permettent très rapidement d'identifier des poudres inconnues (stupéfiants, explosifs, précurseurs, etc.) dans un grand nombre de domaines.

3 L'organisation de l'IRCGN

En 2015, de grands locaux à Pontoise (val d'Oise) vont être aménagés pour l'Institut de Recherche Criminelle de la Gendarmerie Nationale (IRCGN, ***Figure 5***). Ils seront adaptés aux besoins modernes de criminalistique de la gendarmerie.

L'IRCGN est structuré autour de quatre grandes divisions dédiées à de grands domaines d'exploitation des indices que sont :

- la physique-chimie ;
- l'ingénierie numérique ;
- l'identification humaine ;
- la biologie génétique.

Chaque division est elle-même découpée en départements qui regroupent les experts par domaines forensiques ; il leur revient d'exploiter les indices et de les faire entrer dans la chaîne des preuves.

3.1. Les différentes divisions de l'IRCGN

L'organisation de l'IRCGN présente donc un découpage purement fonctionnel et opératif qui correspond aux besoins du terrain de manière à orienter les enquêteurs vers des départements clairement identifiés (***Figure 6***).

Figure 5

Futurs locaux à Pontoise (val d'Oise) de l'IRCGN pour 2015.

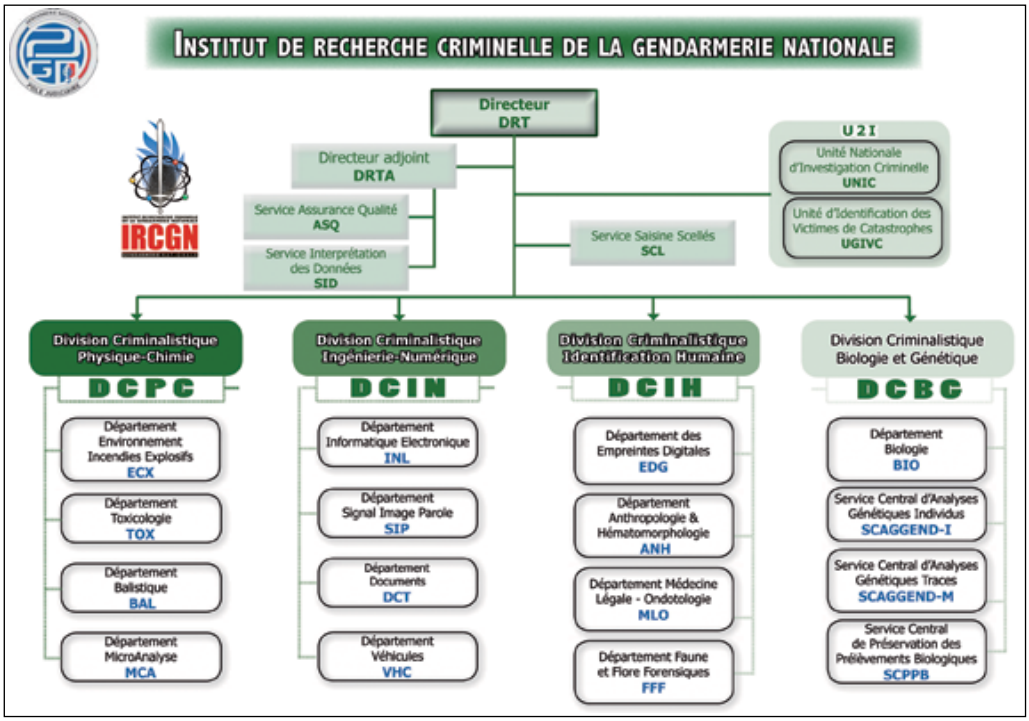

Figure 6

Les quatre divisions criminalistiques de l'IRCGN.

La partie **physique-chimie** est une activité traditionnelle et ancienne en criminalistique. Dans les laboratoires, jusque dans les années 1970-1980, il s'agissait de physique-chimie classique : la mécanique, l'environnement, l'incendie. Ces domaines ont toujours existé lorsqu'il s'est agit de « faire parler » des indices matériels.

Dans le courant des années 1990, on a assisté à une grande révolution avec l'exploitation facilitée de l'ADN dans nos laboratoires ; c'est l'arrivée de la biologie qui est un nouveau moyen d'identification formel des individus. À l'époque, pour identifier une personne, on avait les empreintes digitales et les photos. La biologie permet désormais d'identifier une personne, si bien qu'elle devient une division avec une partie exploitation du matériel génétique et une partie révélation des traces biologiques. C'est une véritable révolution criminalistique pour les enquêteurs, qui ne cessera de se confirmer avec la croissance de la spécificité et de la sensibilité de la technique.

Une autre division est l'**identification humaine**. Quel que soit l'état du corps, qu'il arrive frais, vivant, avec traces de sang ou à l'état de squelette, on doit être capable de l'identifier, de mettre un nom sur une personne qui a disparu. C'est un besoin qui arrive régulièrement, nous recevons des éléments de corps qu'il faut identifier. L'IRCGN est donc véritablement en bout de chaîne d'une investigation criminelle. On doit pouvoir non seulement identifier une personne, mais

déterminer si elle a été tuée, et surtout en retrouver les auteurs. C'est une partie intégrante de notre mission que nous exécutons par l'exploitation des techniques disponibles dans nos laboratoires. On retrouve dans cette division les empreintes digitales, l'anthropologie (à partir des ossements), l'odontologie et la médecine légale.

Une division, celle de la **biologie génétique**, s'est spécialisée dans l'exploitation, l'analyse et la conservation si nécessaire de l'ADN prélevé sur des suspects ou détecté sur tous types de scènes d'infractions.

Nous avons aussi une division qui s'est renforcée et spécialisée dans les années 2000-2010, donc après les années 1990 qui ont été celles de la biologie, c'est la division de l'**ingénierie numérique**, qui a trait à l'ordinateur ou la technologie. On recrute aujourd'hui de plus en plus d'ingénieurs en cyber-« quelque chose » qui exploitent l'informatique ou le traitement du signal, pour pouvoir lire des données téléphoniques, faire de la géolocalisation, traduire les données cryptées qui sont protégées, ou encore modéliser des espaces. Il y a une partie « document », car nous travaillons beaucoup sur des documents falsifiés. Citons le vol d'identité, le vol de documents ou la transformation de documents, qui sont de vrais problèmes sociétaux. De même, il y a un département véhicule ; notre crainte est que l'on détourne, à des fins criminelles, les instruments qui équipent les véhicules modernes : les moyens informatiques ou électroniques pour, à titre d'exemple, déclencher un airbag à distance ou freiner brutalement, etc. Ce sont donc de vrais sujets de recherche, d'études et des examens que nous réalisons lors d'accidents suspects.

3.1.1. La division criminalistique physique-chimie

Pour la division criminalistique physique-chimie, nous disposons de l'ensemble des moyens analytiques modernes (***Figures 7***), de la chromatographie (CPG ou CPL/SM[5]) à la spectroscopie (RAMAN, FTIR, FLUO-X, etc.), en passant par l'ICP ou les microscopies électroniques à balayage (MEB). Donnons quelques exemples illustrant l'emploi de ces techniques.

Pour le département balistique, on peut se demander à quoi la chimie peut servir ? On peut citer deux études.

La première concerne un projectile qui doit être identifié. Le projectile passe à travers le canon d'une arme, ce canon est habituellement rayé pour améliorer la balistique du projectile, et ces rayures laissent des microtraces sur la balle qui permettent ensuite d'associer le projectile au canon

5. La chromatographie CPL/SM (chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse) est une méthode d'analyse qui combine les performances de la chromatographie en phase liquide et de la spectrométrie de masse afin d'identifier et/ou de quantifier précisément de nombreuses substances. Voir le ***Chapitre de C. Cognon/B. Frère*** dans *Chimie et expertise, sécurité des biens et des personnes*, coordonné par M.-T. Dinh-Audouin, D. Olivier et P. Rigny, EDP Sciences, 2014.

de l'arme. Avec certains fusils de chasse, les canons sont lisses, donc il n'y a pas de rayures associant spécifiquement le projectile à une arme. Citons le cas de trois chasseurs qui partent à la chasse dont seul deux reviennent, le troisième étant retrouvé mort par balle. Quelle arme a tiré sur le chasseur puisque l'on ne retrouve que des plombs sans rayure spécifique ? C'est un problème qui nous a préoccupés de longues années.

L'arrivée de l'ICP/SM[6] a été une révolution technique puisque l'on arrivait, en plus d'autres analyses, à doser dans les alliages de plomb les rapports isotopiques de plomb, et obtenir ainsi des groupes homogènes de plomb. Ainsi, dès qu'on rencontrait ce type d'accident de chasse, on saisissait l'ensemble des munitions détenues par chacun des acteurs potentiels, on analysait le plomb des projectiles, on pouvait lotir les munitions et ainsi associer un lot à un chasseur, le comparer avec la composition du projectile retrouvé dans la victime. C'est donc une problématique historiquement mécanique (association canon lisse à un projectile) résolue de manière purement analytique. Ainsi, la chimie, avec des outils extrêmement performants comme l'ICP/SM, a permis de résoudre ce vieux problème de balisticiens et d'enquêteurs. Tout cela est publié et employé par les enquêteurs et les experts du laboratoire[7].

Un deuxième cas concerne la partie balistique, où l'on peut se poser la question de l'utilité de la chimie. En effet, le grand problème pour un enquêteur est de savoir, lorsqu'on retrouve une arme sur une scène de crime, si elle a tiré récemment ou si le temps du tir est incompatible avec le cas en cours. Nous avons tous cette image télévisuelle de série B de la victime mortellement blessée par une balle et de l'enquêteur qui respire le bout du canon de l'arme retrouvée sur place, annonçant : « *l'arme vient de tirer* ». Maintenant, nous pouvons scientifiquement formaliser cela. Les chimistes le peuvent grâce aux nouvelles techniques de prélèvement et d'analyse. Typiquement, nous sommes en mesure, à l'aide des fibres SPME[8], de piéger l'ensemble des gaz présents dans le canon d'une arme au

6. L'ICP/SM (spectrométrie par torche plasma couplée à la spectrométrie de masse) est une technique d'analyse reposant sur la séparation, l'identification et la quantification des éléments constitutifs d'un échantillon en fonction de leur masse, basée sur le couplage d'une torche à plasma générant des ions et d'un spectromètre de masse quadripolaire qui sépare ces ions en masse. Voir le Chapitre de B. Bigot dans *Chimie et enjeux énergétiques*, coordonné par M.-T. Dinh-Audouin, D. Olivier et P. Rigny, EDP Sciences, 2013.

7. « Comparaison of bullet Alloys by chemical analysis: use of ICP-MS method » (1998), *Forensic Science International*, **91**: 197-206.

8. Les fibres SPME (« *solid phase micro-extraction* », micro-extraction sur phase solide) sont des fibres en silice fondue, placées à l'intérieur d'une aiguille creuse amovible où une phase stationnaire est greffée. C'est une technique qui permet de réaliser une extraction et une concentration de composés se trouvant à l'état de traces dans un liquide ou un gaz.

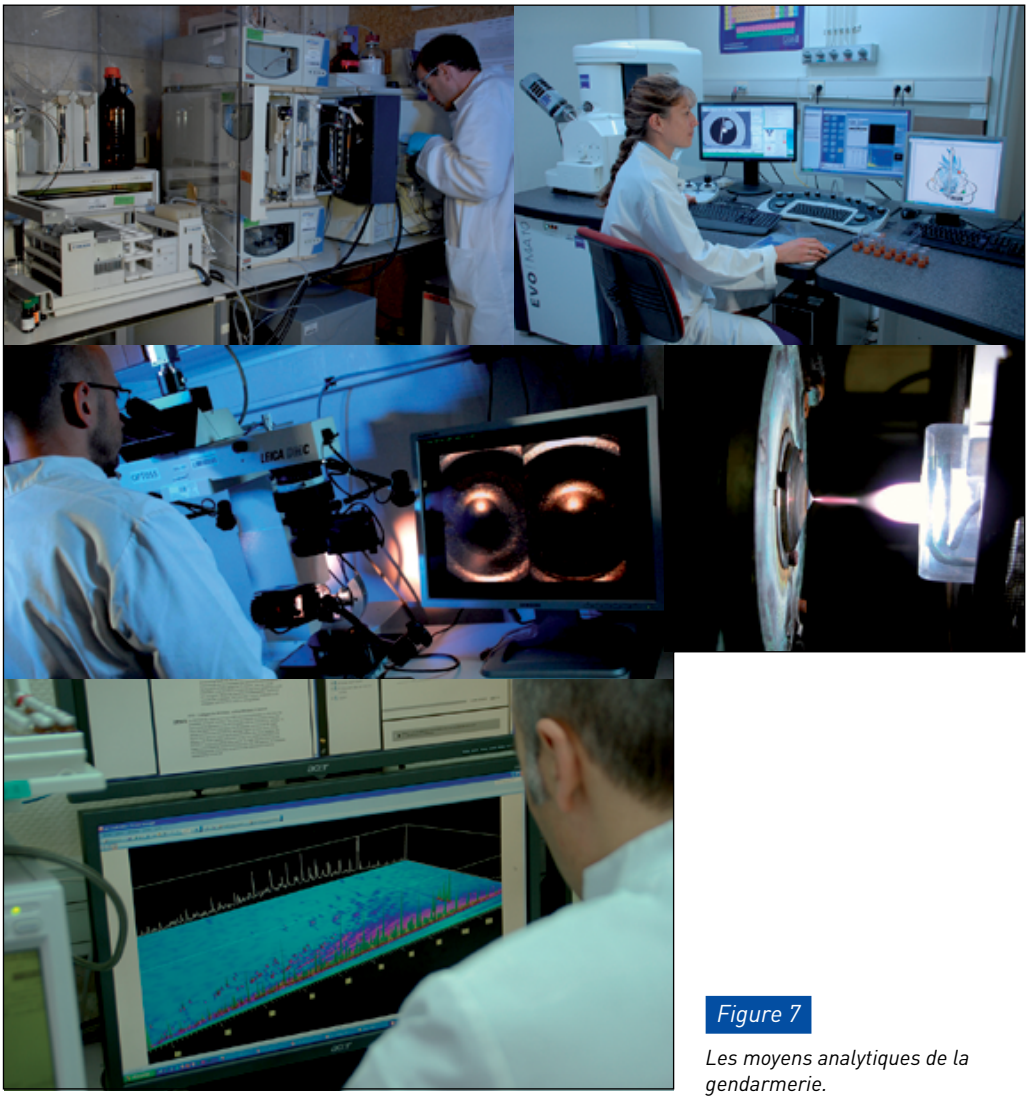

Figure 7

Les moyens analytiques de la gendarmerie.

moment où l'on récupère cette arme, de les analyser par la spectrométrie de masse à haute résolution[9], d'étudier leur décroissance avec le temps, de prendre ensuite une mesure de comparaison, et de comparer la courbe de décroissance obtenue afin de dater le tir. On analyse spécifiquement les HAP (hydrocarbures polyaromatiques) qui décroissent avec le temps, et l'on obtient une datation du tir précise à quelques jours[10].

9. Voir le ***Chapitre de G. Cognon/ B. Frère***, dans *Chimie et expertise*, EDP Sciences, 2014.

10. « Évaluation de la date d'un tir » (2007), *Canadian society of forensic Science*, Vol 40 N° 2, 65-85.

La chimie peut ainsi répondre à d'autres questions qui peuvent nous paraître très importantes. Typiquement, face au cas où un individu possède dix fusils de chasse chez lui, tire sur un voisin et dit qu'il n'a jamais tiré, il est très difficile aux enquêteurs de prouver le contraire hors des analyses scientifiques. De même, si un chien sent quelque chose, ce n'est pas une donnée scientifique réfutable donc pas employable dans un procès. L'IRCGN travaille donc à mettre en place des techniques qui permettent d'obtenir les résultats d'identification d'un chien, mais de manière à être utilisés à un procès pénal.

D'où l'importance de la notion de science. Pour nous, une science est quelque chose de réfutable, de démontrable, avec une incertitude de mesure sur un résultat connu, c'est quelque chose qui est publié, et dont la technique est reconnue par des pairs. On est réellement dans cette démarche-là, d'autant plus que l'on travaille dans le domaine de la vérité. Comme on présente nos résultats à des personnes qui ne sont pas forcément des spécialistes, on ne doit surtout pas les induire en erreur ou instiller un doute par une explication qui ne soit pas assez claire. Cet aspect du travail des experts de l'IRCGN est très important pour nous et pour les justiciables.

3.1.2. La division criminalistique ingénierie et numérique

La division criminalistique ingénierie numérique regroupe toutes les personnes qui traitent du signal, de l'informatique ou de l'électronique. Ils ont tous plusieurs ordinateurs par bureau, souvent démontés, et connaissent très bien leurs sujets. Le traitement du signal va de l'exploitation des données d'une boîte noire de couleur orange retrouvée lors d'un accident d'avion, aux traitements vidéo, en passant par les téléphones ou les disques durs.

On peut se demander si les chimistes sont utiles à ces personnes. En effet, ils le sont sur l'exploitation des documents, sur l'analyse des peintures automobiles (***Figure 8A***). Par exemple, j'ai été expert sur l'affaire de l'accident de voiture de la princesse de Galles, qui a eu lieu il y a presque quinze ans maintenant. On avait mis en place une technique d'analyse par spectrométrie infrarouge couplée avec une analyse de spectroscopie à rayons X à dispersion d'énergie (EDS, « *Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* », en anglais) pour les éléments minéraux. On avait constaté, en intégrant ces résultats dans des bases de données de peintures automobiles, qu'il y avait dans un premier temps plusieurs types de couches de recouvrement, plusieurs types de peintures, et que l'on pouvait faire des classements pour différencier ces peintures automobiles. De plus, lorsqu'on a monté notre collection, on était capable d'identifier formellement pratiquement 30 % du parc automobile Français. Actuellement les bases de données beaucoup plus complètes permettent d'identifier quasiment tout le parc automobile du fait de l'extension de l'incrémen-

tation de cette base à tous les laboratoires de forensique européens. Ainsi, concernant le véhicule accidenté, on a ainsi analysé le fragment de peinture blanche retrouvé sur la Mercedes noir, et l'on a pu identifier une marque de peinture automobile qui a été portée d'origine par les Fiat Uno de l'époque. Ce qui a eu une très grande importance dans l'enquête. Il faut savoir également que les spécialistes en accident avaient retrouvé un bout d'optique de véhicule et qu'ils avaient aussi identifié une Fiat Uno. Parmi les traces d'un choc précédent l'accident, nous avions aussi retrouvé des traces du pare-choc de la Fiat Uno. J'avais de plus précisé aux enquêteurs ainsi qu'au juge que l'on était sûr qu'un choc préalable à l'accident avait eu lieu entre cette Mercedes et une Fiat Uno de couleur blanche et qu'il ne s'agissait pas d'un véhicule Turbo diesel, qui ne portait pas les mêmes éléments. Cela avait produit un silence chez les enquêteurs. En effet, ils comprenaient comment on identifiait une peinture, une optique ou un polymère de pare-choc, mais ils ne comprenaient pas comment il était possible d'exclure un carburant. C'est à ce moment-là que j'ai mesuré l'importance de pouvoir parfaitement expliquer ce que je disais, car les éléments combinés ne se retrouvaient pas sur les véhicules Turbo diesel à l'époque. C'est pourquoi il ne faut pas rester dans sa technicité et donner le résultat brut de ses analyses, mais expliquer son raisonnement aux autres pour qu'ils comprennent le résultat, d'où l'importance de la communication.

Citons également les électroniciens qui récupèrent des composants électroniques contenant des informations volées, sur des équipements servant au vol de données numériques « Skimmer ». Beaucoup de ces composants sont cryptés, par les malfaiteurs, de manière à nier un vol de données par exemple, lorsqu'ils sont interpelés par les forces de l'ordre. On a besoin d'avoir accès aux éléments des puces pour révéler le vol de données et permettre une poursuite judiciaire (***Figure 8B***). Un travail collaboratif entre experts forensiques et enquêteurs est donc

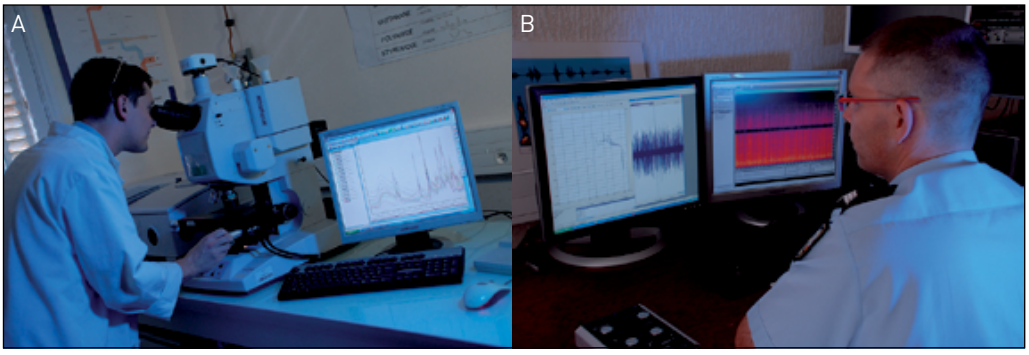

Figure 8

A) Analyse des peintures automobiles ; B) analyse de composants électroniques.

nécessaire afin d'éviter que le travail de l'un empêche le travail de l'autre, et au contraire que leur action se combine pour permettre la révélation de la vérité.

3.1.3. La division criminalistique identification humaine

Je présenterai la division biologie génétique dans le même temps que la division qui traite de l'identification humaine, car l'activité biologique se retrouve dans ces deux divisions, même s'il s'agit d'une activité de masse, spécifique et quasi industrielle dans la première.

Au sein de cette division identification humaine, se trouve l'unité (révélation de traces de sang) qui utilise par exemple le luminol (***Figure 9A***). C'est un produit chimique permettant de révéler par catalyse d'infimes traces de sang. Au laboratoire, nous avons beaucoup travaillé sur ce produit avec l'industriel pour en faire le BlueStar, un produit qui est plus efficace que le produit brut initial. On a fait beaucoup de chimie en travaillant sur les tampons pour le stabiliser et accroître ses performances ainsi que sa durée de luminescence. Ainsi la chimie permet des évolutions dans de nombreux domaines des sciences forensiques, comme avec les empreintes digitales avec la mise au point d'un colorant rehaussant le signal des empreintes détectées[11]. Il faut savoir que les techniques de révélation d'empreintes digitales évoluent en permanence. Chaque année on met en place de nouvelles méthodes d'essai, de nouvelles techniques que l'on diffuse auprès des enquêteurs du terrain.

Dans un autre domaine, nous pouvons citer l'utilité des insectes nécrophages (***Figure 9B***), grâce auxquels nous pouvons dater l'heure de la mort d'une victime. Ainsi un médecin légiste arrive à donner une date de décès d'un cadavre entre deux à cinq jours en se basant sur des observations cliniques. Le point de départ du décès d'une personne est très important car on peut rechercher à quoi a eu accès cette personne dans cet environnement, qui a-t-elle pu croiser à ce moment-là ; s'il y avait des caméras, cela permettrait de cibler les investigations des enquêteurs. La datation de la disparition d'une personne est donc vraiment un point important. Pour cela, les insectes sont très utiles, d'autant plus en zone gendarmerie où des personnes peuvent être plus isolées. En effet, moins de vingt minutes après le décès, les premières colonies d'insectes viennent coloniser le mort et pondre sur les victimes, en particulier sur leurs plaies. Ainsi lorsqu'on arrive après cinq, sept ou dix jours, on retrouve des insectes en pleine phase de développement. On prélève alors l'insecte, on l'élève jusqu'à l'état adulte et on sait que telle famille d'insectes a besoin de tant de degrés de température pour se développer. La température est un élément clé de la datation. Donc une fois que l'on a la période complète et le

11. « LumicyanoTM: A new fluorescent cyanoacrylate for a one-step luminescent latent fingermark development » (2013), *Forensic Science International*, **233** : 104-112.

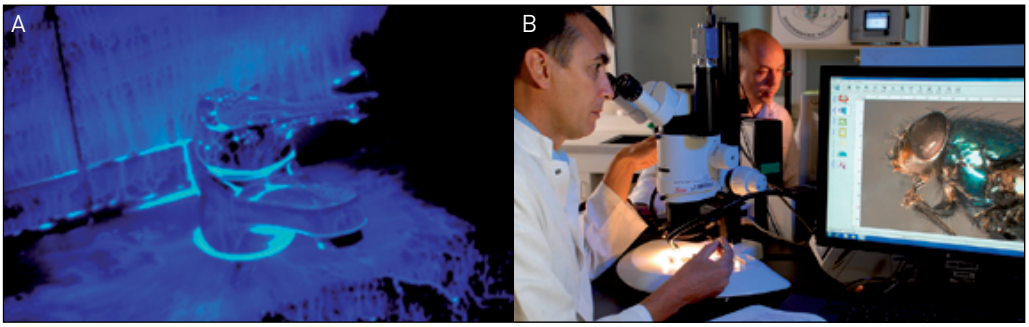

Figure 9

La division criminalistique identification humaine : A) révélation de sang au luminol ; B) étude des insectes ayant colonisé un cadavre.

moment où on l'a trouvée, on arrive naturellement à trouver à quel moment la larve a été pondue. C'est donc le grand principe général pour dater la mort d'un cadavre. Cette technique marche très bien et ces experts traitent une centaine de dossiers par an.

Prenons le cas où un corps est complètement dégradé, où il n'en reste quasiment plus rien, pas même d'insectes vivants, et où l'on ne trouve que des pupes[12], on sait que la phase complète a eu lieu, mais la grande question est de savoir si la personne est morte il y a six mois, huit mois, dix mois, un an ou deux ans. C'est une vraie question, non résolue par les naturalistes. Les chimistes peuvent là encore apporter leur aide aux entomologistes légaux. Nous avons publié un article sur le sujet récemment[13]. L'idée est de travailler sur les pupes, en particulier les couches de lipides qui entourent ces pupes, et d'étudier leur vieillissement en fonction du temps. Le vieillissement des lipides portés par les cuticules permet une estimation de leur dégradation et une datation quant à leur durée d'exposition à l'air. Les chimistes, par leurs outils analytiques, apportent de nombreuses opportunités dans tous les domaines des sciences forensiques. La datation est un des éléments clés si l'on veut connaître « l'heure du crime », et l'on dispose de beaucoup de techniques sur ce sujet.

4 L'unité nationale d'investigation criminelle

Nous disposons d'une équipe d'investigation projetable en tous points du territoire national et outre-mer. Quand les scènes d'infractions sont relativement complexes ou particulièrement dangereuses comme des sites industriels, on doit être capable d'effectuer des investigations sur site, afin de rechercher la vérité et savoir précisément ce qu'il s'est passé. Les

12. Chez les insectes diptères, la pupe est le stade intermédiaire entre l'état de larve (appelée asticot) et celui d'imago, au cours de la métamorphose.

13. GC-MS analysis of cuticular lipids in recent and older scavenger insect puparia. An approach to estimate the postmortem interval (PMI) (2014). *Anal Bioanal Chem*, **406** : 1081-1088.

spécialistes doivent pouvoir se rendre sur n'importe quel site où il y a eu une explosion par exemple, pour savoir si celle-ci est d'origine industrielle, accidentelle ou criminelle (voir aussi le ***Chapitre de F. Fontaine*** dans *Chimie et expertise*). Il est très important d'avoir rapidement une information ; il n'y a rien de pire que la rumeur. Être capable d'envoyer des experts dans un environnement complexe fait donc partie de notre travail. De plus, la gendarmerie dispose de capacités de projection rapide sur tous sites le nécessitant en hélicoptère ou en avion (***Figure 10A*** et ***B***). C'est une partie opérationnelle qui concerne aussi les chimistes experts : on se déplace et on vient avec tous les équipements pour procéder à des investigations pertinentes et des prélèvements adaptés.

On peut aussi mobiliser des capacités de modélisation (***Figure 10C***). En effet, quand il y a une explosion ou une catastrophe, avant de faire disparaître les indices lors des investigations ou que l'on ne voie plus rien – car il faut parfois remettre en état le site rapidement afin de diminuer le traumatisme entraîné sur les victimes –, il nous faut agir très rapidement, et il est impératif de développer des moyens de modélisation 3D de ces grandes scènes d'infraction ou d'accidents (crash d'avion, explosions, etc.).

Ainsi, par la suite, on se déplace et on repositionne l'ensemble des indices. Par exemple, cela a été fait récemment sur un train qui a basculé. Cela veut

Figure 10

L'équipe d'investigation sur le terrain est capable de modéliser des capacités de modélisation.

dire que l'on travaille dans un milieu complétement fermé, du fait d'une contamination possible de l'atmosphère. C'est véritablement fantastique de faire de la chimie de cette manière (en milieu contaminé) où rien ne peut se faire comme au laboratoire : même si on essaye de réaliser des mélanges, on doit revenir à des techniques analytiques de base comme les tests colorimétriques, on doit reprendre de petits lecteurs ultra-violets, des petites bandelettes, etc. Et lorsqu'on est complètement harnachés, si l'on veut faire des révélations ou des analyses sur des échantillons, on ne peut plus sortir d'éléments de la zone contaminée. Il y a donc toute une démarche intellectuelle qui a été mise en place pour pouvoir procéder sur place à des échantillonnages et faire de l'analyse, afin d'informer les enquêteurs sur la cause des contaminations ou de l'accident. Le plus dur pour moi a été de faire rentrer les petites pipettes dans les tubes à essai avec les surgants résistants à la déchirure, aux acides et aux solvants (***Figure 10D***) !

4.1. L'unité de gendarmerie d'investigation des victimes de catastrophes

L'identification des victimes de catastrophes (***Figure 11***) est aussi une mission de l'IRCGN, réalisée grâce à ses capacités d'identification humaine reposant sur ses experts anthropologues, odontologues, experts en empreintes digitales dégradées et médecins légistes. Ainsi, à l'étranger, dès qu'il y a une personne potentiellement française découverte morte, on doit l'identifier et être en mesure de donner les circonstances probables du décès. La moitié de nos missions d'identifications se passe à l'étranger. L'IRCGN envoie plusieurs fois dans l'année des équipes à l'étranger, un peu partout dans le monde, qui vont procéder à l'identification des personnes françaises qui auraient disparu ou qui auraient été retrouvées décédées, comme c'était le cas pour l'affaire du tsunami ou du crash d'avion.

4.2. L'assurance qualité

L'assurance qualité et le respect de la norme 17025 (***Tableau***) constituent la garantie tant aux justiciables qu'au mandant de la fiabilité de nos résultats d'analyses. L'IRCGN se soumet volontairement à ces contrôles et exigences, car fiabiliser nos résultats est plus qu'une exigence scientifique, c'est aussi un respect que l'on doit à nos concitoyens de garantir une justice rendue sur des résul-

Figure 11

Missions d'identifications de victimes de catastrophes.

tats les plus fiables possible. Nous sommes environ 230 scientifiques et 4 secrétaires. Lorsqu'un échantillon rentre au laboratoire, à l'Institut, l'expert fait de la science rigoureuse, traite l'ensemble de son dossier, et cela du début jusqu'à la fin des analyses et la production du rapport. Mais au moins, on connait l'ensemble de nos données et on a la maîtrise totale de notre sujet.

Cependant, nous sommes tout à fait conscients que l'innovation ou la créativité ne se développe que dans le débat. Ainsi, on adore cette partie « débat, explication », comme l'a dit P. Arpino, qui a l'occasion de venir nous soutenir dans les actions de développement (voir le ***Chapitre de P. Arpino*** dans *Chimie et expertise*). L'accréditation est un point clé car on doit être soumis à la question, nous aussi. En effet, les avocats doivent pouvoir venir critiquer et évaluer notre travail (sur ses aspects scientifiques). Cela ne nous pose aucune difficulté. Des auditeurs externes, désignés par le COFRAC, viennent vérifier que nous travaillons correctement et respectons la norme 17025, ce qui est un minimum dans ce métier.

4.3. Les incendies

Évoquons deux cas sur les incendies (***Figure 12***). Ce sujet est davantage développé dans le ***Chapitre de G. Cognon/B. Frère*** dans *Chimie et expertise.*

Lorsque l'on a un site incendié, il existe toute une méthodologie qui permet d'arriver à localiser les points de départ de feu et de déterminer

Tableau

L'assurance qualité à l'IRCGN.

Extrait de la révue COMPÉTENCES 1er trim. 2014

	Balistique	Documents papiers	Empreintes digitales	Enregistrements audios et vidéos	Identification de véhicules	Investigation numérique légale	Incendies et explosifs	Microanalyses criminalistiques et traces	Scène de crime, d'accident ou d'attentat	Stupéfiants
IRCGN 1-1916	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
INPS Paris 1-2061	X		X					X		
INPS Lyon 1-2322										X
INPS Toulouse 1-2316			X				X			
INPS Lille 1-5566			X							
LCPP 1-1350							X			
Banc national d'Épreuve des Armes et Munitions 1-2211	X									
DGGN 1-5588			X							

Figure 12

La gendarmerie en intervention après un incendie.

le nombre de foyers. Ainsi, on se focalise sur un foyer et on effectue un prélèvement d'un résidu incendie dans un petit bocal. On utilise ensuite les techniques chromatographiques classiques qui permettent de retrouver les produits avec lesquels le feu a été déclenché : de l'essence, du white-spirit ou du gasoil, etc.

Citons la chromatographie gazeuse bidimensionnelle[14] (***Figure 13***). On a une colonne de 25 ou 50 mètres apolaire, et l'on rajoute en sortie, après un refroidissement focalisant les produits séparés, une petite colonne polaire de l'autre côté. On peut grouper les différentes familles d'un composé et les identifier, et l'on est capable d'aller très loin sur les capacités séparatives tout en accroissant la sensibilité. Au laboratoire a été développée cette technique de travail chromatographique afin d'identifier, à partir d'un profil d'essence spécifique et même individualisant, une marque d'essence voire une société qui la délivre, ce qui constitue une excellente piste d'enquête. C'est un travail avec des problématiques purement statistiques. Il faut savoir qu'une essence, composée de plusieurs centaines de produits différents, selon qu'elle est évaporée à froid ou à chaud ou brûlée, change son profil

Figure 13

Chromatographie classique bidimensionnelle.

14. La chromatographie classique bidimensionnelle résulte du couplage de deux séparations chromatographiques de nature différente. Le principe est de découper le premier chromatogramme en plages de quelques secondes. Tous les composés recueillis sont ensuite soumis à une nouvelle chromatographie dont les critères de séparation diffèrent de la première. Pour plus de détails, voir le ***Chapitre de G. Cognon/B. Frère***, *Chimie et expertise, sécurité des biens et des personnes*, EDP Sciences, 2014.

chromatographique, et l'on est obligé d'en tenir compte dans nos interprétations. C'est tout un programme qui a été développé à l'IRCGN.

4.4. Le skimming

N'omettons pas l'aspect de l'évocation du numérique actuel, qui est très importante. Cela concerne typiquement le skimming, qui consiste à voler vos données quand vous mettez votre carte bleue dans le lecteur (***Figure 14***). C'est le seul cas où j'aborderai l'aspect prévention, et ce, de manière éloignée avec la chimie, mais comme nous sommes tous concernés, cela m'est apparu important de l'aborder.

On a identifié un groupe de mafieux qui avait trafiqué un petit terminal de paiement électronique. Lorsque vous mettiez votre carte, vous payiez, la carte bleue fonctionnait, le numéro aussi, le magasin était payé, tout allait donc bien, avec une seule particularité : on avait mis une petite puce et un émetteur Bluetooth à l'intérieur du lecteur qui faisait que vos données et le code pin de votre carte étaient copiés. Puis le malfrat revenait en fin de soirée, il interrogeait le terminal à distance et téléchargeait les éléments volés par Bluetooth, et il les revendait ensuite dans un autre pays afin de procéder à une utilisation frauduleuse de votre CB. Cela a commencé à se répandre, et heureusement que l'on avait une première affaire qui est sortie dans une brigade de gendarmerie pour nous avertir. C'était un commerçant qui trouvait étrange que la carte bleue ne s'enfonçait plus aussi bien dans le lecteur. On a ainsi très rapidement constaté le système.

Un ingénieur de l'IRCGN a fait un rétro-engineering du système de piratage, il a découvert la puce mémoire et le système Bluetooth de transmission. Il a alors créé une application détectant cette fraude, que nous avons téléchargée sur les téléphones des gendarmes qui se basaient sur la détection du Bluetooth utilisé par le pirate qui avait une signature spécifique (***Figure 15***). Cela détectait le lecteur spécifique qui avait servi à faire la compromission. On a ainsi pu retrouver en France une centaine d'appareils qui commençaient à être disséminés, en train de capter des milliers de données.

On peut voir le côté opérationnel de notre travail avec l'exemple suivant. Comme on dit souvent : « *Gendarme un jour, gendarme toujours !* ». L'ingénieur a compris que l'important était aussi d'interpeller les auteurs, il a donc conçu un petit système électronique spécifique : quand l'auteur arrivait pour télécharger les données captées par son système, il y avait bien

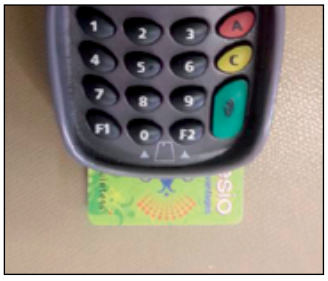

Figure 14

Le skimming, ou vol de données sur carte bleue.

marqué « téléchargement en cours », mais en réalité l'appareil envoyait un SMS au service de sécurité et au gérant du magasin, de manière à ce qu'on puisse le localiser. C'est ainsi qu'on a pu attraper les malfaiteurs en flagrant délit. C'était finalement une équipe multi-couches, donc mafieuse, composée de personnes qui piégeaient les appareils, d'une autre qui venait les récupérer, d'une qui concevait les systèmes et d'une autre enfin qui revendait les données. Un signalement en brigade de gendarmerie, un expert de l'IRCGN et des enquêteurs patients ont évité à des milliers de personnes les tracas d'un vol d'argent sur leurs comptes. C'est le travail de l'ombre et le quotidien des actions de prévention que nous conduisons à l'IRCGN.

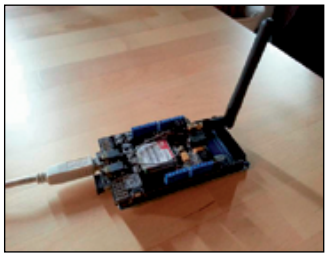

Figure 15

Reprogrammation des terminaux de lecteurs de cartes bleues.

Les chimistes au service de la vérité

L'avenir est déjà présent. Jusque dans les années 1970, les physico-chimistes étaient les rois de l'exploitation des indices découverts sur les cènes de crime (poison, explosif, etc.). L'ADN représente la révolution des années 1980 dans les laboratoires forensiques. La biologie devient la reine jusque dans les années 2000. À l'heure actuelle, il est clair que c'est vraiment l'informatique et le cyber qui priment. Actuellement, si nous ne sommes pas vigilants, on est capable de nous voler nos données ou notre identité, de les exploiter et d'en faire un maximum d'argent sans que nous-mêmes ne puissions réagir. C'est donc véritablement le défi de demain. D'ailleurs, on recrute en ce moment chaque année des informaticiens et des électroniciens.

Pour le recrutement, voici un conseil aux jeunes : renseignez-vous dans les centres de documentation si vous êtes intéressés, mais ne vous leurrez pas, pour travailler au laboratoire, c'est compliqué. Les personnes qui intègrent l'IRCGN ont généralement commencé par l'acquisition d'un savoir opérationnel, c'est-à-dire un travail de gendarme dans la brigade

de gendarmerie, puis ils arrivent au laboratoire s'ils disposent des compétences techniques (Ingénieurs, Master, etc.) qui serviront de socle à leur formation d'expert. La particularité de l'IRCGN, c'est qu'une fois sélectionné, tous ont vocation à devenir expert dans leur domaine de compétence. La formation ne s'arrête donc jamais.

Contrairement aux séries télévisées, l'expertise est longue et très spécialisée. Même si nous disposons de l'ensemble des techniques, les experts se spécialisent dans des domaines afin de pouvoir garantir les résultats. En soi, la chimie permet effectivement d'avancer dans beaucoup de domaines. Réussir à résoudre une affaire criminelle en révélant des traces invisibles à l'œil nu par l'emploi de révélateurs chimiques spécifiques, ou remonter une filière de drogues par l'analyse de marqueurs de synthèse individualisant, dater un crime par l'étude d'une dégradation chimique, détecter une fraude ou identifier un auteur, c'est à la fois gratifiant et satisfaisant. C'est avant tout un investissement personnel, le goût du travail bien fait et un esprit d'équipe. Donc, quel que soit votre désir de métier, faites-vous plaisir dans vos études, découvrez les merveilles qu'offre la chimie au quotidien, émerveillez-vous, c'est le plus important qui soit !