

Cette arme a-t-elle tiré ?

Bertrand Frère, Gilles Bernier, Thierry Ducellier et Olivier Rigal*

Lorsqu'un coup de feu est tiré, la poudre contenue dans la cartouche, principalement composée de nitrocellulose (figure 1), se consume. Cette combustion est rarement complète et des produits de dégradation sont générés ; ce sont en général des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), dont une partie reste un temps adsorbée sur les parois du canon (figure 2) avant de s'en échapper par les orifices (bouche, culasse...).

La quantité d'HAP générée lors du tir dépend des conditions de combustion, elles-mêmes fonctions de la poudre, du type d'arme et de son état. La présence d'humidité dans la poudre, une arme non entretenue... sont autant de facteurs favorisant la génération d'HAP. La famille des HAP comprend de nombreuses molécules dont seulement quelques-unes ont été sélectionnées pour suivre un tir.

Les quatre retenues pour l'analyse sont le naphthalène, le 1-méthyl-naphtalène, le 2-méthyl-naphtalène et l'acénaphthylène (figure 1). Ils sont analysés par chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse, après extraction par micro-extraction sur phase solide (« solid phase micro extraction, SPME).

Protocole opératoire

Une fibre SPME de type 100 PDMS, constituée d'une gaine de silice fondue garnie sur la paroi interne d'une couche absorbante de polydiméthylsiloxane (figure 3), est introduite dans le canon de l'arme pendant 30 minutes et maintenue en place à l'aide d'un support en aluminium adapté au calibre de l'arme. Le support obture une partie de la bouche du canon, sans toutefois obtenir une étanchéité totale. Au terme de ce laps de temps, les molécules piégées sont désorbées de la fibre à 280 °C après que celle-ci a été introduite directement dans l'injecteur d'un chromatographe en phase gazeuse. Les composés d'intérêt sont séparés sur une colonne capillaire et détectés soit par ionisation de flamme (GC/FID), soit par spectrométrie de masse (GC/MS) (figure 4).

Lorsqu'une arme est retrouvée sur une scène de crime, il n'est pas rare de voir les enquêteurs sentir le fût du canon afin de savoir si elle a servi récemment. Ce procédé empirique, bien que pouvant donner des indications utiles, ne repose pas sur une approche scientifique rigoureuse susceptible d'être validée. Afin de répondre à ce souci, l'Institut de Recherche Criminelle de la Gendarmerie Nationale a développé et validé une méthode analytique basée sur une micro-extraction en phase solide (SPME), suivie d'une analyse par chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC/MS).

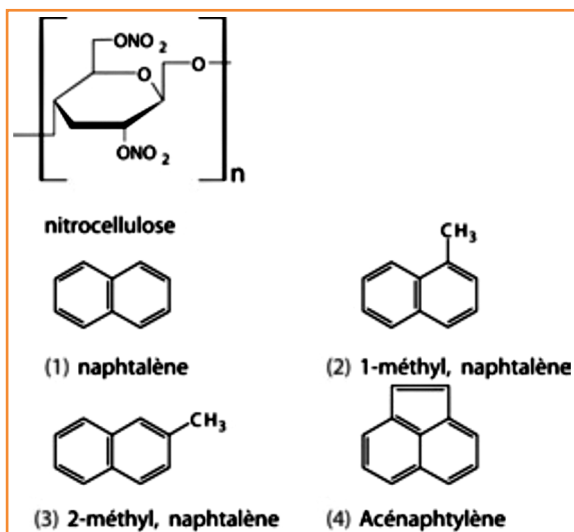


Figure 1 - La nitrocellulose et les quatre hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) suivis au cours de l'étude.

Dans un premier temps, il avait été envisagé de pouvoir dater rétrospectivement le moment du tir. La méthode consistait à mesurer la teneur en HAP lors de la découverte de l'arme, puis d'effectuer un tir et de mesurer la décroissance de cette teneur dans l'arme en fonction du temps, pouvant aboutir à une courbe cinétique d'étalonnage. Après un suivi journalier pendant 30 jours, il était possible, en reportant la concentration mesurée lors de la découverte de l'arme, de dater le tir. Cette technique fonctionne très bien en laboratoire, mais lors de cas réels sur le terrain, il n'a pas été possible de la mettre en œuvre du fait de l'importance des conditions de conservation des munitions. Il a donc été décidé de se limiter à la seule caractérisation de la réalité ou non d'un tir. La

manipulation consiste à rechercher la présence de molécules HAP au sein du canon. Des expériences menées en laboratoire à l'Institut de Recherche Criminelle de la Gendarmerie Nationale (IRCGN) ont montré qu'il était possible de détecter leur présence jusqu'à 30 jours après le tir. Ce délai est parfois allongé si l'arme est bouchée dès sa découverte. Des expériences ont été menées au laboratoire avec des bouchons en plomb adaptés au calibre de l'arme (figure 5). Lors de la saisie d'une arme sur une scène de crime, l'obturation

du canon peut être effectuée plus facilement à l'aide de papier d'aluminium et d'un élastique ; bien que cette technique se soit révélée être un peu moins efficace, elle est à la portée de tout enquêteur (figure 6).

Exemples d'application

La méthode actuellement utilisée ne nécessite qu'une seule mesure et permet de déterminer si l'arme a servi récemment ou non. Cette analyse peut

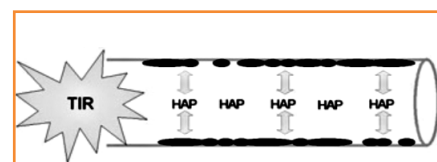


Figure 2 - Absorption des HAP à l'intérieur du canon après un tir.

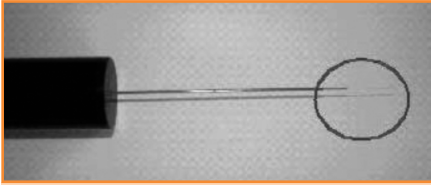


Figure 3 - Détail de la fibre SPME utilisée pour prélever les HAP.

être réalisée sur tout type d'arme, dans des délais très courts. Elle peut même être réalisée dans le temps d'une garde à vue, généralement de 24 h. Elle est utilisée par les enquêteurs pour infirmer ou confirmer les dires d'une personne suspectée.

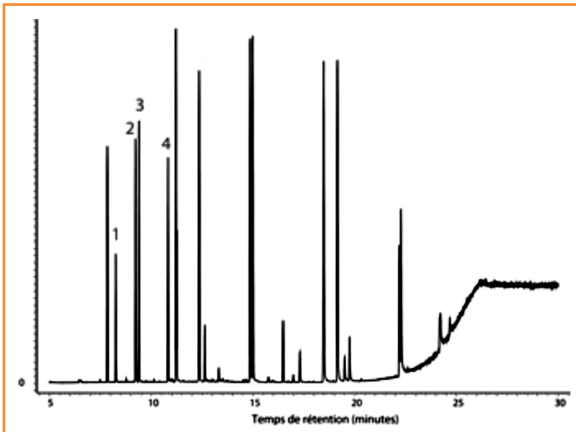


Figure 4 - Exemple d'analyse SPME-GC-MS après prélèvement à l'intérieur du canon après un tir. Les pics 1-4 correspondent aux quatre HAP de la figure 1.

Elle a été mise en œuvre plusieurs fois à l'IRCGN avec des résultats concluants. Un premier dossier concerne la découverte d'une arme susceptible d'avoir été utilisée dans un homicide. À la réception

de l'arme par le département balistique, l'état de cette arme semblait incompatible avec un tir. Toutefois, il fut décidé de procéder tout de même à une caractérisation de tir et cette dernière s'est révélée positive : malgré son état, l'arme avait été utilisée au cours du mois précédent. Le département balistique a donc décidé de poursuivre ses investigations et a démontré qu'il s'agissait bien de l'arme du crime.



Figure 6 - Arme de poing conditionnée pour la caractérisation de tir.

Dans un autre dossier, lors d'une opération de police dans un camp de « gens du voyage », suite à des tirs sur des gendarmes, plusieurs armes sont saisies. Chacun des propriétaires nie être le tireur, la plupart déclarant que leur arme n'avait pas été utilisée depuis longtemps. Devant le nombre d'armes saisies, le département balistique n'était pas en mesure de procéder à l'ensemble des comparaisons durant la garde à vue. Une caractérisation de tir réalisée sur ces armes a permis de mettre en évidence que seulement deux d'entre elles avaient tiré dans le mois précédant la saisie. Le département balistique a donc pu se focaliser sur ces deux armes

et rendre un résultat, qui se révéla être positif, dans l'intervalle de temps de la garde à vue.

Conclusion

La caractérisation de tir au moyen d'une fibre SPME et d'une analyse GC/MS est un outil intéressant, rapide et peu onéreux, permettant d'orienter l'enquête et de suggérer éventuellement des analyses complémentaires. Elle peut être réalisée sur tout type d'arme et dans des délais courts, compatibles avec ceux d'une garde à vue. Ce protocole pourrait être complété à l'avenir par la recherche, en plus des molécules HAP, des résidus de produits stabilisants présents dans les poudres (éthyle centralite, diphényle amine...) afin de conduire à des intervalles de probabilité de tir plus étroits.

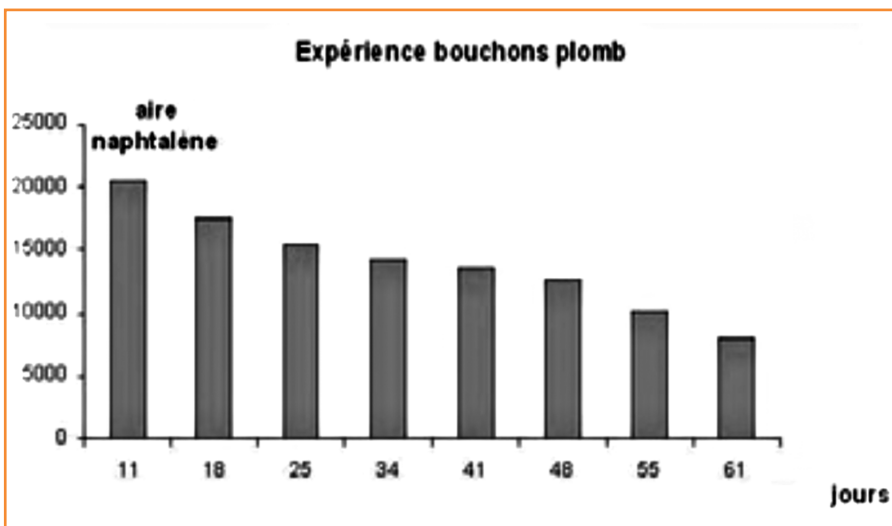


Figure 5 - Étude de l'influence du bouchage du canon. Après un tir, des canons ayant tiré sont bouchés hermétiquement au plomb. Chaque semaine, l'aire du pic de naphthalène est suivie par la méthode précédemment décrite. Boucher les extrémités d'un canon suspecté avec un matériau autre que du plastique ralentit indiscutablement la perte de HAP. Avant d'acheminer l'arme à l'IRCGN, chaque enquêteur peut être amené à effectuer cette manipulation.

* **Bertrand Frère** est chef du département Environnement, Incendie et Explosifs, **Gilles Bernier** et **Thierry Ducellier** y sont techniciens, et **Olivier Rigal** est adjoint au chef du département Balistique, à l'Institut de Recherche Criminelle de la Gendarmerie Nationale (IRCGN), Rosny sous-Bois.