

Cette arme a-t-elle tiré ?

Bertrand Frère, Gilles Bernier, Thierry Ducellier et Olivier Rigal

Résumé 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).

Mots-clés Applications criminalistiques, caractérisation d'un tir, SPME, GC, GC/MS.

Abstract Does this gun shoot?

When firearms are found on a crime scene, investigators frequently sniff the canon aperture in order to identify which of them could have been used recently. This technique gives useful information but is not based on a scientific and validated methodology. In order to solve this problem, the French Gendarmerie Forensic Research Institute has developed and validated an analytical method based on extraction of aromatic hydrocarbon residues by solid phase micro-extraction (SPME), followed by gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC/MS).

Keywords Forensic application, shot characterization, SPME, GC, GC/MS.

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...) [1-4].

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 retenus pour l'analyse sont le naphthalène, le

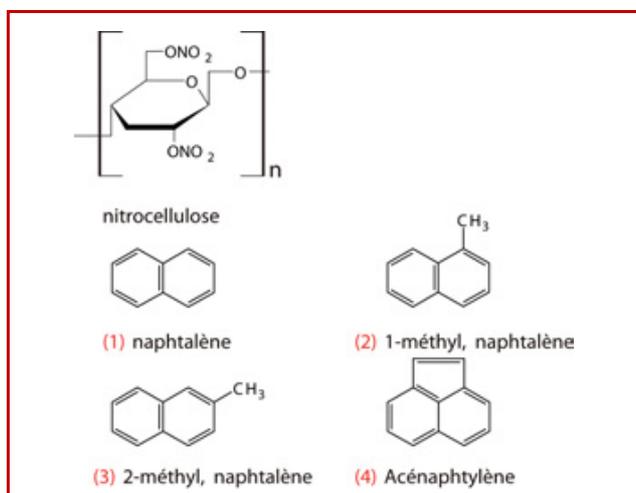


Figure 1 - La nitrocellulose et les quatre hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) suivis au cours de l'étude.

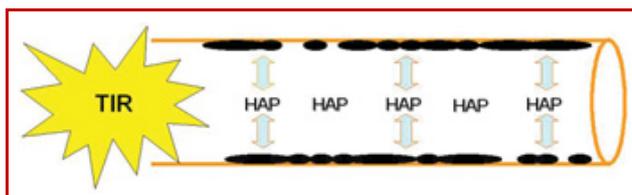


Figure 2 - Absorption des HAP à l'intérieur du canon après un tir.

1-méthyl naphthalène, le 2-méthyl naphthalène 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) [5].

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

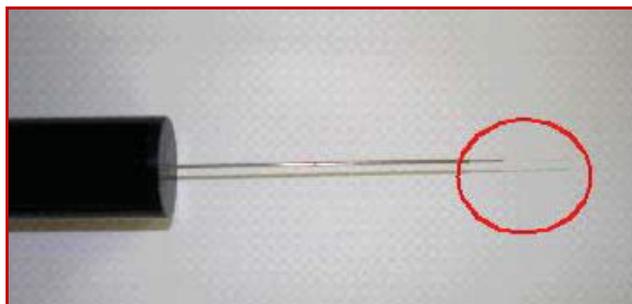


Figure 3 - Détail de la fibre SPME utilisée pour prélever les HAP.

totale. Au terme de ce laps de temps, les molécules piégées sont désorbées de la fibre à 280 °C après que celle-ci ait 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) (voir *figure 4*).

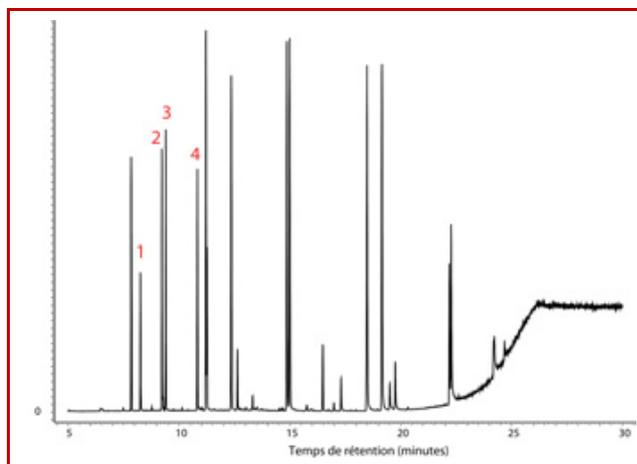


Figure 4 - Exemple d'analyse SPME-GC-MS après prélèvement à l'intérieur du canon après un tir. Les pics 1-4 correspondent aux quatre HAP de la *figure 1*.

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 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.

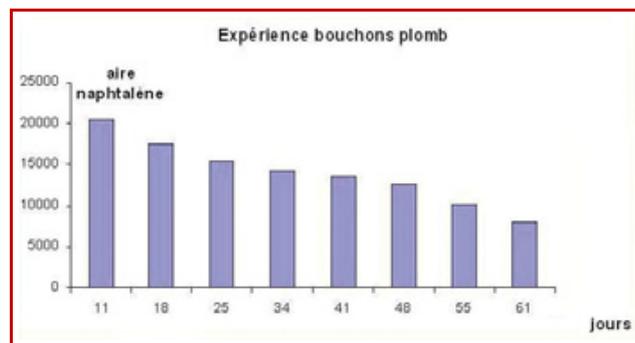


Figure 5 - Étude de l'influence du bouchage du canon.

Après un tir, des canons ayant tiré sont bouchés hermétiquement au plomb. Chaque semaine, l'aire du pic de naphtalène 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.



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

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.

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.

Références

- [1] Wilson J., Tebow J.D., Moline K., Time since discharge of shotgun shells, *J. Forensic Sci.*, **2003**, 48(6), p. 1298.
- [2] Andrasko J., Norberg T., Ståhling S., Time since discharge of shotguns, *J. Forensic Sci.*, **1998**, 43(5), p. 1005.
- [3] Andrasko J., Andersson C., A novel application of time since the latest discharge of a shotgun in suspect murder, *J. Forensic Sci.*, **1999**, 44(1), p. 205.
- [4] Andrasko J., Ståhling S., Time since discharge of rifles, *J. Forensic Sci.*, **2000**, 45(6), p. 1250.
- [5] Persin B., Touron P., Mille F., Bernier G., Subercazes T., Évaluation de la date d'un tir, *Can. Soc. Forensic Sci. J.*, **2007**, 40(2), p. 65.



B. Frère

G. Bernier

T. Ducellier

O. Rigal

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.

* Département Environnement, Incendies et Explosifs (ECX), IRCGN, F-93111 Rosny-sous-Bois.

Courriels : bertrand.frere@gendarmerie.interieur.gouv.fr,
gilles.bernier@gendarmerie.interieur.gouv.fr,
thierry.ducellier@gendarmerie.interieur.gouv.fr

** Département Balistique (BAL), IRCGN, F-93111 Rosny-sous-Bois.
 Courriel : olivier.rigal@gendarmerie.interieur.gouv.fr

SERVIER
La découverte et la vie

www.servier.fr

1^{er} laboratoire pharmaceutique français indépendant

- 20 000 collaborateurs
- Près de 3 000 chercheurs y préparent les médicaments du futur
- 25 % du chiffre d'affaires consacrés à la Recherche et au Développement
- 38 projets de molécules sont actuellement en Développement, en particulier dans les domaines suivants : les maladies cardiovasculaires, le système nerveux central et la psychiatrie, la cancérologie, le diabète et le métabolisme, la rhumatologie
- 34 nouveaux projets de Recherche couvrent également ces axes thérapeutiques
- Une présence sur les 5 continents, dans 140 pays
- 86 % des médicaments Servier sont consommés à l'International
- Un chiffre d'affaires pour 2009 de 3,6 milliards d'euros
- SERVIER contribue à la hauteur de 29 % à l'excédent de la balance commerciale française pour l'industrie pharmaceutique

SERVIER – 22, rue Garnier – 92578 Neuilly-sur-Seine Cedex – Tél. 01.55.72.60.00

10_HP_760_IF_06-10