

Optimisation et validation de la Surface-Enhanced Raman Spectroscopy (SERS) pour la détection et l'identification des traces chimiques sur le terrain

Actuellement, les techniciens de scène de crime intervenant sur les lieux d'un incident utilisent des tests présomptifs ou d'orientation pour détecter les traces chimiques telles que des stupéfiants, des liquides inflammables, des explosifs, des résidus de tirs, etc. Ces tests basés généralement sur des réactions colorimétriques ou immunologiques ont l'avantage d'être rapides, simples, portatifs et peu coûteux. Cependant, ils sont susceptibles aux faux positifs et aux faux négatifs dus à leur manque de sensibilité et de spécificité. De plus, ils doivent être accompagnés d'un test confirmatoire effectué en laboratoire à l'aide d'appareils beaucoup plus dispendieux (i.e. GCMS) pour confirmer l'identification d'un composé, ce qui demande plus de temps et d'argent. Il existe actuellement une alternative pour tenter de contrer les contraintes des tests présomptifs. Elle consiste à utiliser des instruments portatifs employant la technologie Raman ou proche-Infrarouge permettant d'améliorer la limite de détection des analyses tout en demeurant rapide. Cependant, ces technologies gagnent en sensibilité, mais n'atteignent pas celle de laboratoire et sont susceptibles à la fluorescence parasite des échantillons et à un manque d'adaptation de la longueur d'onde d'excitation (une par appareil). Il est donc nécessaire de développer une méthode de détection rapide, très sensible, hautement spécifique et non destructive pour la préservation et la continuité de la preuve dans le processus judiciaire. Ces constatations sont d'autant plus cruciales lorsque le spécimen d'intérêt est à l'état de traces, nécessairement contaminé par son environnement physique et par les circonstances de sa déposition sur scène, mais également par les activités des premiers intervenants.

Dans ce contexte, la méthode analytique de la Surface-Enhanced Raman Spectroscopy (SERS) sur le terrain est une alternative innovante en réponse immédiate à cette problématique. Basée sur la spectroscopie Raman, la technique consiste à mettre en contact la trace chimique d'intérêt avec des métaux nobles tels que l'or ou l'argent permettant d'augmenter exponentiellement son signal (10^6 à 10^8 d'ordre de grandeur). Cette méthode de détection rapide, ultra-sensible (femtogramme), hautement spécifique, semi-destructive et portable permet de fournir une solution innovante à la problématique actuelle et à la gestion des facteurs de stress : temps, argent, continuité et préservation de l'intégrité de la preuve. De nos jours, il existe de nombreux exemples d'applications du SERS dans un contexte criminalistique démontrant un très fort potentiel. Cependant, elles nécessitent des conditions de laboratoire contrôlées dédiées à l'instrumentation, à la préparation des échantillons et à leur entretien. L'utilisation d'un instrument SERS-portable sur le terrain d'une scène de crime implique nécessairement de se priver de ces conditions contrôlées et d'adapter les paramètres instrumentaux en conséquence. De plus, il y a une absence cruciale dans la littérature des critères de validation reliés à l'emploi de cette technique.