



GCM Lab

Pavillon J.-A.-Bombardier
Campus de l'Université
de Montréal
2900 Édouard-Montpetit
Montréal (QC) H3T 1J4

Téléphone : 514 340-4711, #7458
nicolas.geoffroy@polymtl.ca

www.gcmlab.ca



L'EFFET CSI

L'émission américaine CSI (Crime Scene Investigation) a non seulement eu un succès retentissant un peu partout dans le monde, mais a aussi causé une hausse d'intérêt marquée pour les techniques scientifiques de pointe. Dans les médias, l'expression « Effet CSI » a surtout été utilisée pour démontrer l'impact que la série a eu sur le domaine juridique, (par exemple des jurés qui demandent de relever des empreintes digitales sur une pelouse – même si une telle méthode n'a jamais été présentée à la télévision). Par contre, les séries télévisées sur la criminalistique ont aussi eu comme effet positif de montrer la puissance de la méthode scientifique. En effet, la combinaison de différentes techniques analytiques est souvent nécessaire pour trouver le coupable et des procédures strictes doivent être suivies pour obtenir des résultats fiables.

Au GCM, des procédures scientifiques similaires sont utilisées pour résoudre d'autres types de problèmes: la présence de contaminants, une mauvaise manipulation, un problème de fabrication, etc... Dans les deux cas par contre, il est critique de bénéficier d'appareils à la fine pointe de la technologie et de personnel hautement expérimenté en mesure d'extraire le plus d'information possible des résultats.

Pour illustrer ce propos, quoi de mieux qu'un exemple!¹

Le crime : un procédé industriel inefficace.

Le lieu : une grande usine.

La preuve : un résidu industriel sous forme de poudre dont la composition est en grande partie inconnue mais qui contient probablement des phases organiques et inorganiques.

L'objectif : Trouver la composition chimique de la poudre pour aider à améliorer le procédé.

La procédure : Utiliser différentes techniques analytiques pour obtenir des informations complémentaires.

Le détail des techniques analytiques utilisées :

DIFFRACTION RAYONS X (XRD)

Une des méthodes de caractérisation les mieux connues et établies. Elle permet d'identifier les phases cristallines (généralement mais pas exclusivement des composés inorganiques) de manière rapide et économique. Comme des phases précises sont identifiées (ex : CaSO_4), on obtient beaucoup d'information sur la chimie du composé. Par contre, la technique est au mieux semi-quantitative (limite de détection de 5%) et les composés amorphes sont invisibles. De plus, si l'échantillon est très complexe, il sera souvent difficile de différencier les nombreux pics de diffraction et d'identifier avec certitude un composé en particulier.

Dans le cas de l'échantillon mystère, trois phases inorganiques furent détectées. Ce fut évidemment une avancée intéressante mais, comme une partie de l'échantillon semblait être organique, cette seule mesure n'était pas suffisante.

SPECTROSCOPIE INFRAROUGE À TRANSFORMÉE DE FOURIER (FTIR)

Cette technique permet de déterminer, surtout dans les organiques, les liaisons chimiques présentes dans les échantillons. Les spectres obtenus peuvent souvent être analysés en se servant de base de données pour déterminer les molécules présentes. L'analyse est rapide et relativement peu coûteuse mais généralement uniquement qualitative et difficile à interpréter si des mélanges complexes

¹ Toute ressemblance avec des personnes ou des situations existantes ou ayant existé ne saurait être que fortuite.

sont présentes. Il est donc possible de tirer un parallèle entre cette technique, surtout utilisée pour les substances organiques, et la diffraction rayons X qui donne des informations relativement similaires pour les composés inorganiques cristallins.

L'analyse de la poudre industrielle a révélé la présence de différentes familles d'hydrocarbures aromatiques, confirmant la présence de plusieurs composés organiques. Par contre, la composition quantitative de l'échantillon restait à déterminer.

SPECTROMÉTRIE DE PHOTOÉLECTRONS INDUITS PAR RAYONS X (XPS)

Cette technique, probablement une des plus versatile, permet d'obtenir deux types de données : la composition élémentaire de l'échantillon (jusqu'à 0.1% atomique) et les liaisons chimiques présentes entre les éléments. Ces deux informations combinées permettent généralement d'identifier de manière quantitative les molécules présentes dans l'échantillon ce qui est évidemment extrêmement utile pour la caractérisation des matériaux. Par contre, la profondeur d'analyse est limitée (environ 10 nanomètres), ce qui peut causer des problèmes si la surface est très contaminée. De plus, comme l'analyse est effectuée dans le vide, les échantillons volatiles sont difficiles à traiter.

L'analyse de la poudre mystérieuse a permis de confirmer les résultats obtenus précédemment, de découvrir la présence d'une autre phase inorganique non identifiée par diffraction rayons X et d'obtenir la composition chimique quantitative de l'échantillon. Par contre, un long temps de dégazage a été nécessaire avant l'analyse à cause de la nature volatile d'une partie des molécules présentes.

MICROSCOPIE ÉLECTRONIQUE À BALAYAGE (SEM)

Il est souvent très intéressant d'observer l'échantillon à fort grossissement ou de déterminer s'il est chimiquement homogène. La microscopie électronique est particulièrement appropriée pour obtenir ce genre d'informations car un grossissement jusqu'à 500 000x est possible et l'utilisation d'électrons rétrodiffusés permet l'obtention d'images où le contraste reflète les différences de composition chimiques. Il est aussi possible, en utilisant un détecteur de rayons X (EDS), d'analyser de manière qualitative ou semi-quantitative la composition chimique élémentaire d'une très petite zone. Par ailleurs, comme dans le cas du XPS, les mesures sont effectuées dans un haut vide, ce qui empêche de mesurer certains types d'échantillons.

L'observation de la poudre industrielle a permis de voir la morphologie des particules et de constater la composition très hétérogène de l'échantillon. Grâce au détecteur EDS, il a été possible d'obtenir la composition chimique qualitative de la plupart des particules et ainsi de les identifier.

Un échantillon de ce type montre bien qu'il est souvent très utile de combiner différentes techniques pour obtenir les résultats souhaités à un coût raisonnable. En effet, si peu d'information est disponible, il est généralement avantageux de commencer par des méthodes plus simples et moins coûteuses comme la diffraction rayons X ou la spectroscopie infrarouge, quitte à utiliser des instruments plus complexes par la suite (si nécessaire). Par ailleurs, il est important de noter que l'analyse des résultats est aussi primordiale et fait souvent toute la différence entre une masse de graphiques confus et une mine d'informations. De plus, l'expertise offerte par le GCM permet souvent de remonter à la source du problème et ainsi véritablement identifier le coupable!

Par ailleurs, comme l'exemple précédent a démontré, il n'est malheureusement pas possible de répondre à toutes les questions, en ne partant de pratiquement rien, très rapidement et à un coût négligeable (contrairement à ce que laisse penser les séries de type CSI)! En effet, l'instrument universel, qui permet d'obtenir toutes les réponses pour tous les types d'échantillons n'a malheureusement pas encore été inventé. Mais nous y travaillons avec acharnement!

Pour conclure, pour obtenir le meilleur service possible il est judicieux :

- D'obtenir le plus d'information possible sur les échantillons et partager celle-ci avec l'aimable personnel du GCM.
- D'avoir l'idée la plus précise possible des résultats que vous souhaitez obtenir (composition élémentaire, nature des composés, concentration, morphologie, etc.)

Pour savoir ce que les fins limiers du GCM peuvent faire pour vous nous vous invitons à contacter :

Nicolas Geoffroy

Chargé du développement des affaires - industrie

Tél. : 514-340-4711 #7458

nicolas.geoffroy@polymtl.ca