

# Outils et techniques de profilage des drogues

*Laurence Dujourdy est expert stupéfiants, chargée des partenariats, de la prospective et du développement à l'Institut National de Police Scientifique (INPS).*

## 1 Les activités des sections stupéfiants de l'INPS

Les sections stupéfiants des cinq laboratoires de l'Institut national de police scientifique sont répartis sur toute la France et emploient trente-deux scientifiques (**Encart : « Les sections stupéfiants de l'INPS »**).

### 1.1. La chimie analytique dans la recherche de stupéfiants

Quatre principales familles de stupéfiants circulent en France et représentent le plus gros des analyses dans les laboratoires de police scientifique (**Figure 1**). Il s'agit du cannabis, drogue d'origine naturelle, de la cocaïne, éga-

1. L'Institut national de police scientifique (INPS) est un établissement public administratif sous tutelle du ministre de l'Intérieur, créé par l'article 58 de la loi du 15 novembre 2001 sur la sécurité. L'INPS a pour mission d'effectuer les examens et analyses scientifiques et techniques demandés par les autorités judiciaires et les enquêteurs de police ou de gendarmerie dans un cadre pénal. Voir le **Chapitre de F. Dupuch**, dans *Chimie et expertise, sécurité des biens et des personnes*, coordonné par M.-T. Dinh-Audouin, D. Olivier et P. Rigny, EDP Sciences, 2014. Site : [www.police-nationale.interieur.gouv.fr/Organisation/Etablissements-publics/INPS](http://www.police-nationale.interieur.gouv.fr/Organisation/Etablissements-publics/INPS)

## LES SECTIONS STUPÉFIANTS DE L'INPS

5 laboratoires

32 scientifiques

- 2013 : 1 973 dossiers → 12 800 échantillons
- 94 % de l'alimentation du fichier national STUPS®

### Partenariats

MILDT (Mission interministérielle de lutte contre la drogue et la toxicomanie) ;

OFDT (Observatoire français des drogues et toxicomanies) ;

ANSM (Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé) ;

OCRIS (Office central de répression du trafic illicite de stupéfiants) ;

EMCDDA (Observatoire européen des drogues et toxicomanies) ;

UNODC (Office des nations unies contre la drogue et le crime).

Membre du réseau européen des Instituts de science forensique (ENFSI).

lement d'origine naturelle, de l'héroïne, d'origine semi-synthétique, et enfin de l'amphétamine et de ses dérivés, qui sont des drogues d'origine synthétique. Il existe bien entendu d'autres stupéfiants, dont la liste est très longue.



**Figure 1**

*L'analyse chimique est un outil de routine dans la recherche des stupéfiants.*

### 1.1.1. Vérification de la légalité de la substance

La première étape des analyses est l'identification, qui sert à classer la ou les substances, c'est-à-dire à préciser si la substance est légale ou illégale, et si elle est illégale, il s'agit d'une infraction à la législation sur les stupéfiants (ILS). Lorsque des substances atypiques sont détectées, essentiellement au niveau des produits de coupage, qui peuvent avoir un effet néfaste sur la santé, en plus du stupéfiant lui-même, une alerte est envoyée à l'Observatoire français des drogues et toxicomanies (OFDT). L'alerte est également déclenchée lorsque de nouvelles substances psychoactives sont découvertes. Les laboratoires de police scientifique font partie d'un réseau d'alerte rapide coordonné par l'OFDT.

### 1.1.2. Détermination de la pureté des drogues : déclenchement des alertes sanitaires

La deuxième étape des procédés d'analyse est la détermination de la pureté des drogues. Elle sert, d'une part, à évaluer le niveau du trafic et, d'autre part, à alerter sur la dangerosité du produit. Par exemple, l'héroïne dosée à 40 % représente un fort risque d'overdose, et si elle est détectée dans un échantillon, les services sanitaires sont immédiatement alertés de sa mise en circulation sur le marché. La MDMA<sup>2</sup> (connue sous

2. MDMA : 3,4-méthylène-dioxy-méthamphétamine : nom scientifique de l'extasie qui est une amphétamine.

le nom d'ecstasy) possède également une dose létale, et les comprimés fortement dosés sont donc dangereux.

La section « stupéfiants » déclenche non seulement des alertes sanitaires mais suit aussi l'évolution des drogues mises en circulation.

### 1.1.3. Étude de résidus de stupéfiants sur divers objets

Les laboratoires ont aussi une activité de recherche et d'analyses de traces sur tous supports. Par exemple sur des billets de banque, cela permet de savoir si les billets saisis sur un individu suspect ou dans un lieu sont issus du trafic de drogue ou de la circulation générale. Ils travaillent également sur des sacs de sport suspectés d'avoir contenu des stupéfiants, mais où on ne retrouve plus les stupéfiants, etc.

## 1.2. Le profilage chimique

Le profilage fournit différents niveaux d'informations :

- le niveau tactique correspondant au niveau de la preuve, de l'enquête : il permet d'établir l'existence de réseaux de distribution nationaux ou régionaux ;
- le niveau stratégique fournit du renseignement pour résoudre des problématiques d'origine géographique ;
- le profilage chimique permet également de déterminer les voies de synthèse des stupéfiants et d'identifier les réseaux de distribution internationaux.

Le profilage intervient également dans la découverte de laboratoires clandestins,

où d'une part la section « stupéfiant » intervient pour sécuriser les lieux, et d'autre part, pour stopper les éventuelles synthèses en cours, afin que les services de police n'entrent pas dans un lieu dangereux. Il permet aussi d'évaluer les types et les quantités de substances utilisées et susceptibles d'être produites.

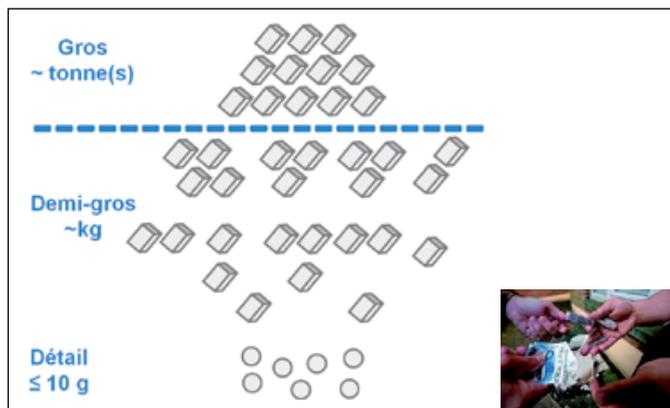
## 2 Le suivi du trafic de stupéfiants

La **Figure 2** schématise l'organisation d'un trafic de drogue. Au sommet se situe la production, qui est réalisée plutôt hors de nos frontières. Les quantités produites sont de l'ordre de la tonne ou de la dizaine de tonnes, ce qui représente un marché de gros. Les lots de fabrication de la drogue sont ensuite séparés en plusieurs lots plus petits pour arriver à une échelle de demi-gros, de l'ordre de la dizaine ou centaine de kilogrammes. Ces lots sont encore divisés en quantités de l'ordre de la dizaine de grammes pour arriver au niveau de la rue et du marché de détail.

Bien entendu, entre le début et la fin de la chaîne, la drogue est coupée afin d'augmenter le profit. Le profilage chimique permet de remonter cette chaîne : quand un échantillon de stupéfiant est saisi au niveau de la rue, il est possible de remonter au lot dont l'échantillon faisait partie, puis à un autre lot un peu plus gros, jusqu'éventuellement au laboratoire qui l'a produit.

Figure 2

Schéma de la chaîne d'un trafic de drogue : du marché international au dealer de rue.



Ce réseau de distribution est associé à des personnes (trafiquants, dealers, consommateurs, etc.) qui sont surveillées par les services d'enquête. Imaginons qu'un dealer 1 soit mis sur surveillance. Au niveau des écoutes téléphoniques, on apprend qu'il a rendez-vous à la gare avec un trafiquant de drogue. Celui-ci alimente d'autres dealers, mais ce trafiquant s'alimente également au niveau d'autres trafiquants à un niveau plus haut. Toute cette chaîne devient très vite tentaculaire. Grâce au profilage, la section « stupéfiants » peut apporter son aide aux enquêteurs et leur fournir des renseignements complémentaires sur l'histoire des échantillons de stupéfiants saisis au cours de l'enquête.

### 2.1. Le profilage ou comment en savoir plus sur l'histoire d'un échantillon de stupéfiants

#### 2.1.1. L'histoire du stupéfiant laisse ses traces

Les stupéfiants sont rarement des produits purs. D'une part,

ils ne sont pas issus de l'industrie pharmaceutique donc ils sont peu contrôlés, même si la production est certainement aussi importante que celle de la production pharmaceutique en termes de quantités.

Il s'y ajoute des produits de coupages ; cependant, le profilage s'intéresse surtout aux éléments présents en traces dans les stupéfiants. Ces éléments en traces proviennent d'impuretés organiques ou inorganiques issues soit de la plante (pour les stupéfiants d'origine naturelle), soit de la synthèse (pour des stupéfiants fabriqués par synthèses ou semi-synthèse). Ce sont également des solvants résiduels qui proviennent de l'extraction du stupéfiant. Dans le cas de stupéfiants préformés, comme les résines de cannabis ou les comprimés d'ecstasy, on peut aussi se servir d'éléments macroscopiques (par exemple, le logo, la forme et les dimensions), en plus des éléments à caractère chimique (**Figure 3**).

Le profilage peut donc permettre de remonter à la provenance, à l'origine, de déter-

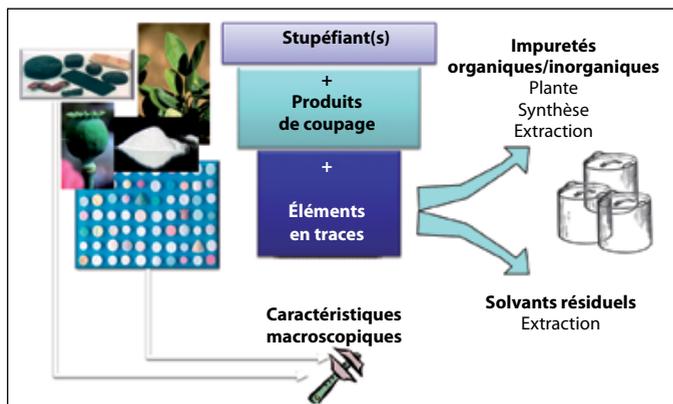


Figure 3

L'histoire du stupéfiant laisse des traces qui peuvent être analysées.

miner les voies de synthèse pour les stupéfiants d'origine synthétique, ou bien de dire si deux stupéfiants ou  $x$  stupéfiants proviennent d'un même lot de fabrication.

### 2.1.2. La stratégie du profilage

On peut représenter le profilage en trois étapes (Figure 4) : la première fait intervenir la chimie analytique qui n'est qu'un maillon de la chaîne, auquel il faut ajouter la statistique avec des études de population, et l'analyse des nom-

breuses données générées par les analyses chimiques.

### 2.1.3. La chimie du profilage

Le choix d'une méthode de séparation et d'identification

Comme vu précédemment, les stupéfiants sont toujours des mélanges de produits (un ou plusieurs stupéfiants, des produits de coupage et des éléments en traces). La chromatographie est la technique de choix pour séparer tous ces éléments. On utilise la chromatographie en phase

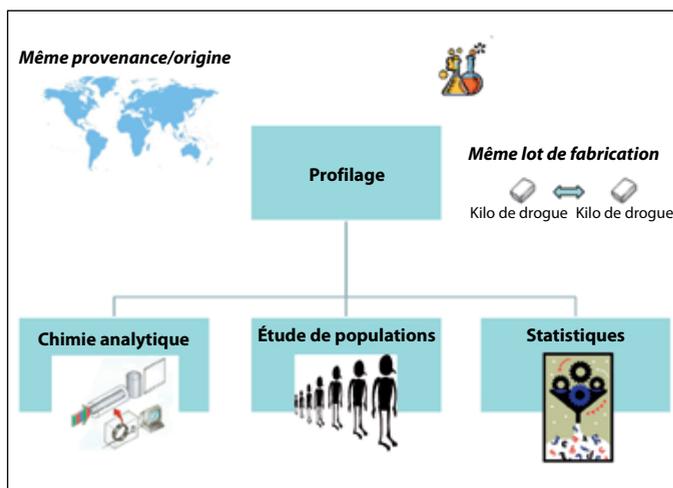


Figure 4

Description schématique du profilage.

gazeuse ou liquide<sup>3</sup>, et les composants sont identifiés avec différents détecteurs : à ionisation de flamme, à spectrométrie de masse<sup>4</sup>, à rapport isotopique<sup>5</sup>, etc. (ces techniques sont détaillées dans le **Chapitre de P. Sibille**, dans *Chimie et expertise*, EDP Sciences, 2014).

#### *Réalisation des profils chimiques des échantillons par analyse d'empreintes chimiques*

Pour comparer deux échantillons de stupéfiants A et B (**Figure 5**), on cherche tout d'abord à analyser les traces présentes dans les échantillons (impuretés, solvants, etc.). Ensuite, des composés cibles seront sélectionnés en

3. La chromatographie gazeuse ou liquide est une méthode physico-chimique de séparation des espèces présentes dans un échantillon en phase gazeuse ou liquide. L'échantillon est entraîné par un courant de phase mobile gazeuse ou liquide au contact d'une phase stationnaire (papier, gélatine, silice...). Chaque espèce présente migre à une vitesse qui dépend de ses caractéristiques et de celles des deux phases en présence. Le produit à analyser est introduit dans une flamme obtenue par combustion d'oxygène et d'hydrogène. Les composés forment des ions qui, grâce à des électrodes entre lesquelles est appliquée une différence de potentiel, créent un courant que l'on peut enregistrer dans ce qu'on appelle le détecteur à ionisation de flamme.

4. Le principe de la spectrométrie de masse réside dans la séparation de molécules chargées en fonction de leur rapport masse/charge ( $m/z$ ).

5. Le rapport isotopique est le rapport entre les différents isotopes d'un même élément (par exemple les différents isotopes du carbone : carbone 12, carbone 14 ou carbone 13).

fonction de leur pouvoir discriminant, de leur stabilité, etc. Pour chaque échantillon, un chromatogramme, typique de son procédé de fabrication, est obtenu et constitue l'empreinte chimique de l'échantillon, qui peut être assimilée à une empreinte digitale.

Les empreintes chimiques peuvent être stockées dans des bases de données et comparées entre elles au même titre que les empreintes digitales ou génétiques.

#### *2.1.4. Le profilage de la cocaïne*

Prenons l'exemple de la cocaïne (**Figure 6**). Ce produit est issu de la feuille de coca, arbuste endémique de l'Amérique du Sud. Sur le lieu de culture, les feuilles de coca sont mélangées avec de l'eau, de la chaux ou un matériau alcalin, et le mélange est écrasé. Puis du kérosène ou du diesel est ajouté comme solvant organique pour extraire la cocaïne de la feuille de coca. Le mélange est stocké dans des bidons, et la production est énorme. Ce mélange est purifié par ajouts d'acides, puis la cocaïne est précipitée avec de l'ammoniac, et à l'issue de cette précipitation, elle est filtrée et séchée pour obtenir la pâte de coca ou pasta (**Figure 7**).

#### *La purification de la pâte de coca*

La pâte de coca est impure et non consommable (donc invendable), elle est à nouveau purifiée et retravaillée soit sur le lieu de culture, soit dans un laboratoire clandestin. Elle est mélangée avec de l'acide, du permanganate de potassium, de l'ammoniac

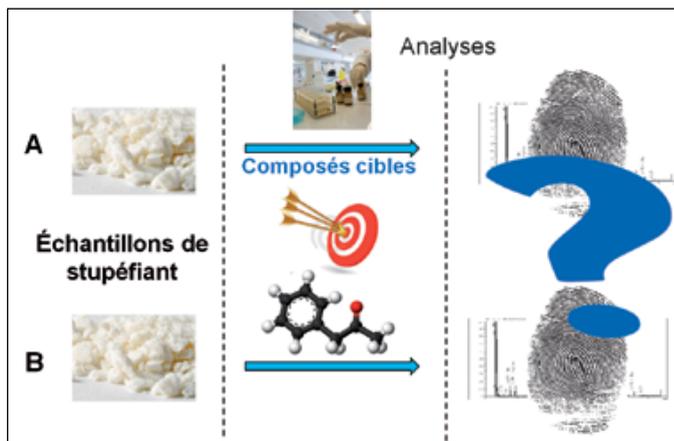


Figure 5

Principe du profilage : on compare des « empreintes chimiques », comme des empreintes digitales !



Figure 6

La cocaïne est issue de la coca.

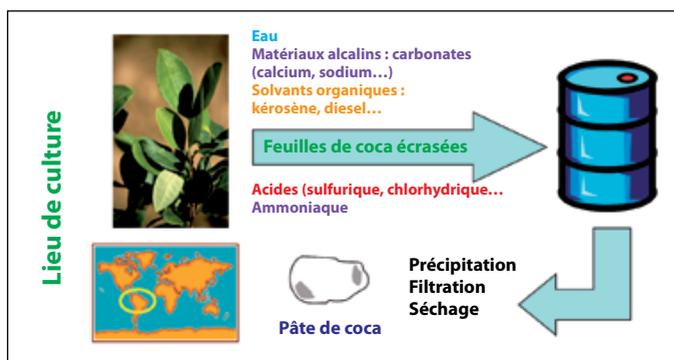


Figure 7

Les différentes étapes de l'extraction de la cocaïne de la feuille de coca.

pour précipiter et éliminer le reste des cires qui étaient présentes dans la feuille de coca, conduisant à la *coca base purifiée* : la cocaïne sous sa forme chimique de base libre.

Cette coca base n'est pas celle qui est vendue en France, en Europe ou aux États-Unis car cette forme chimique base ne peut pas être « sniffée » : il faut qu'elle soit sous forme

de sel pour pouvoir passer directement dans le sang, en milieu aqueux. Il faut donc transformer cette coca base en cocaïne chlorhydrate. Pour cela, on mélange la coca base avec à nouveau des solvants comme l'éther et l'acétone, puis on ajoute de l'acide chlorhydrique. On obtient un précipité qui est filtré et séché, et constitue la cocaïne chlorhydrate, poudre blanche, qui peut être sniffée ou injectée, et donc vendue, coupée, etc. (Figure 8).

#### Les résidus : des traces précieuses pour le profilage

On passe de la forme chimique de la coca base à la cocaïne chlorhydrate, qui cristallise, emprisonne les solvants utilisés (acétone, diéthyléther, toluène, etc.) dans les cristaux. Ils représentent des traceurs précieux pour réaliser le profilage chimique de la cocaïne. Au laboratoire (de police scientifique), ils

sont donc extraits en milieu aqueux, analysés par chromatographie gazeuse et utilisés comme empreinte chimique pour comparer les échantillons entre eux.

La Figure 9 montre un exemple de chromatogramme obtenu, avec une forêt de pics, allant du solvant le plus léger au solvant le plus lourd.

#### 2.1.5. Les bases de données et l'étude des populations : outils d'exploitation des analyses

Ces empreintes chimiques sont stockées sous forme de nombres dans des bases de données qui permettent d'étudier des populations. Étudier des populations, c'est établir des corrélations entre des échantillons d'origine connue ; il peut s'agir d'échantillons liés (issus de même lots de fabrication) ou d'échantillons non liés (lots différents).

La base de données, créée au laboratoire de police scien-

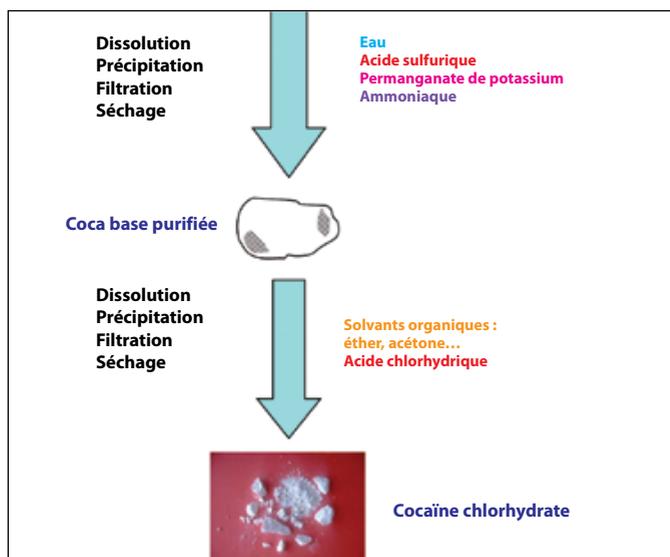


Figure 8

Les différentes étapes de purification de la cocaïne dans un laboratoire clandestin : de la coca base à la cocaïne.

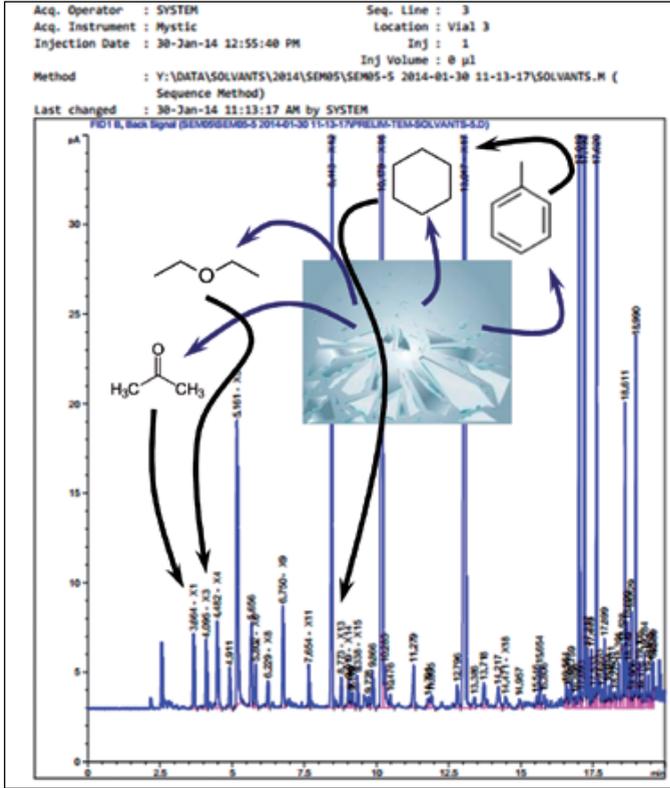


Figure 9

Exemple d'un chromatogramme d'un sel de cocaïne présentant une forêt de pics correspondant à divers solvants.

tifique de Lyon, nommée OTARIES (Outil de traitement automatisé de rapprochement inter-échantillons de stupéfiants), fonctionne depuis 2001 pour la cocaïne et 2004 pour l'héroïne. Elle regroupe 8289 profils chimiques de cocaïne et 4889 profils chimiques d'héroïne (Figure 10).

Il existe une autre base de données qui s'appelle le fichier national STUPS® (Système de traitement uniformisé des produits stupéfiants). Ce fichier est alimenté par les cinq laboratoires de l'INPS auxquels s'ajoute l'Institut de recherche criminelle de la gendarmerie nationale (IRCGN), et le serveur est localisé à Lyon. Ce fichier

permet d'établir des rapprochements pour les échantillons préformés, comme les résines de cannabis et les comprimés d'ecstasy pour lesquels on effectue des mesures macroscopiques en plus des analyses chimiques. Une base de données européenne est utilisée pour réaliser le profilage chimique de l'amphétamine et de l'ecstasy. Elle s'appelle EDPS (European drug profiling system) et est alimentée par onze pays européens dont le laboratoire de police scientifique de Lyon. Les liens internationaux sont transmis aux pays concernés et à Europol.



Figure 10

OTARIES, une base de données fonctionnelle depuis 2004. Elle regroupe 4 889 profils chimiques pour l'héroïne et 8 289 profils chimiques pour la cocaïne.

### 3 L'utilisation des bases de données

#### 3.1. Le traitement statistique des données

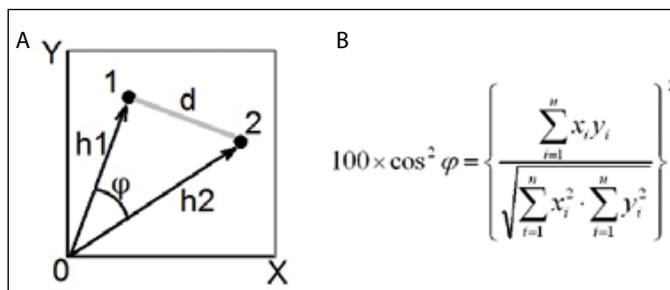
Les aires sous les pics des chromatogrammes sont mesurées, et à chaque mesure est associé un vecteur défini par ses coordonnées. Il y a autant de coordonnées qu'il y a de pic dans l'échantillon analysé. Si on a deux solvants dans les échantillons, on aura deux pics, donc chaque échantillon constituera un vecteur à deux coordonnées  $(x, y)$ . Si on a deux échantillons, on aura deux vecteurs  $h_1$  et  $h_2$  (Figure 11A). Comme dans la réalité, on a  $n$  sol-

vants par échantillon, on aura, pour chaque vecteur,  $n$  coordonnées. Pour comparer les échantillons, il faut pouvoir comparer ces vecteurs entre eux. Pour ce faire, il est possible d'utiliser deux types de mesures : soit on utilise la mesure d'une distance  $d$  entre le point 1 et le point 2, soit on calcule un angle  $\phi$  entre les 2 points. De nombreux outils statistiques sont disponibles pour comparer ces données, dont celui présenté par la formule de la Figure 11B.

Les études de populations, réalisées à partir de la base de données, sont utilisées pour établir des corrélations entre les empreintes chimiques de différents échantillons. La

Figure 11

Application d'outils statistiques pour comparer deux échantillons : A) représentation vectorielle du chromatogramme d'un échantillon contenant deux solvants ; B) outil statistique utilisé par les laboratoires.



population des échantillons liés aura des pourcentages ou classes de corrélations plus proches de 100 (parce que le 100 % représente le cas des échantillons identiques, et le 0 % correspond à deux échantillons totalement différents, puis on se déplace sur l'échelle entre 0 et 100 %).

La **Figure 12** montre l'évolution de la fréquence d'une classe de corrélation d'une part pour la population des échantillons liés et d'autre part pour des échantillons sans aucun lien entre eux. Le but ici est de déterminer un seuil de vraisemblance qui permettra de minimiser la zone représentée en gris.

En effet, dans la théorie, il faudrait que les courbes correspondant aux deux populations soient totalement séparées : pour n'avoir aucun risque d'interprétation, il faudrait que les résultats de la comparaison entre des échantillons qui ne sont pas liés retombent en totalité sur la courbe bleue, et que pour les échantillons liés, on obtienne des résultats qui soient tous sur la courbe rouge. Mais dans la réalité, ces populations ont tendance à se chevaucher, et il faut minimiser ce chevauchement avec le

calcul de pourcentages de faux positifs et de faux négatifs.

Ensuite, tous ces calculs sont intégrés dans la base de données OTARIES.

### 3.2. Exploitation des données : exemple de rapprochements de saisies de cocaïne

Pour exploiter les résultats issus des comparaisons obtenues grâce aux bases de données, on utilise des logiciels de gestion et d'analyse visuelle de liens. Prenons l'exemple de la cocaïne pour lequel on a utilisé un logiciel permettant d'exploiter des données obtenues à partir de 344 lots différents, ce qui représente 626 saisies et 1257 échantillons. L'analyse des informations est visualisée sous la forme d'un graphique de liens.

La **Figure 13A** représente les résultats de l'enquête sur un trafic international qui se déroule sur deux mois avec sept saisies différentes. La saisie numéro 1 est une saisie réalisée à Orly par l'Office central de répression du trafic illicite de stupéfiants (OCTRIS) de Nanterre dont le pays d'acquisition est la Guyane, le pays de destination la France métropo-

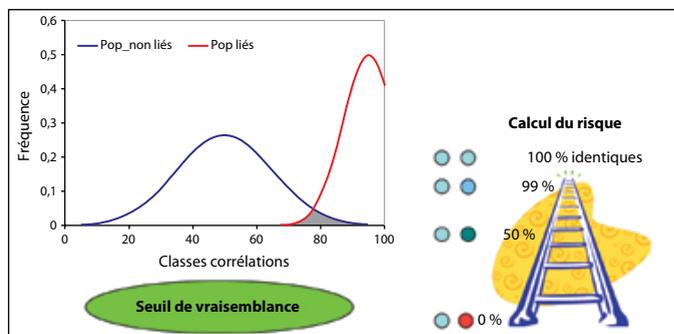
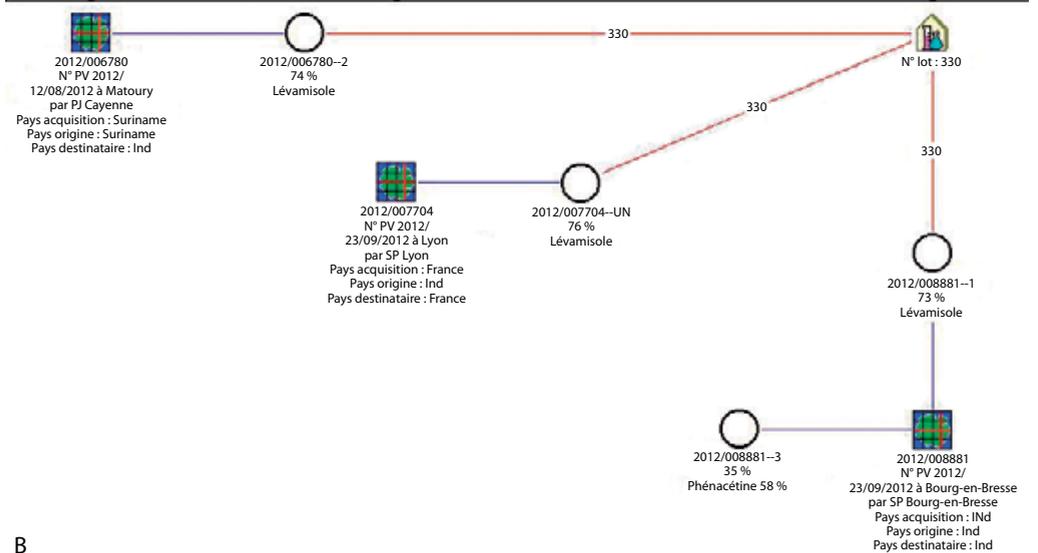
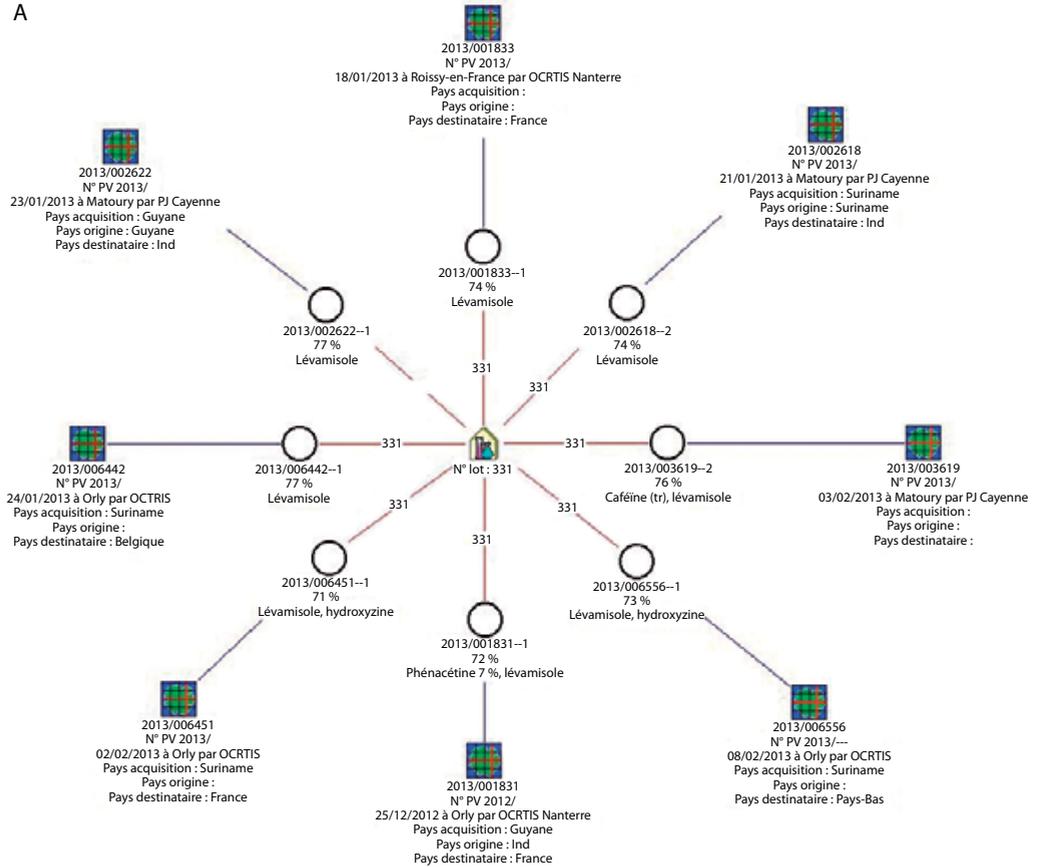


Figure 12

Évolution de l'importance des corrélations pour les populations liées et non liées.

A



B

Figure 13

Représentation graphique des résultats des logiciels de gestion et d'analyse visuelle des liens entre différents lots dans le trafic de cocaïne : A) trafic international de cocaïne ; B) trafic régional de cocaïne.

litaine. La saisie numéro 2 a été réalisée à Roissy par l'OCRTIS. La saisie numéro 3 a été réalisée à Cayenne par la police judiciaire. Les saisies numéros 4, 5, 6, et 7 ont été réalisées à Cayenne, Orly, Roissy, avec des pays d'acquisition qui sont la Guyane, le Suriname, et des pays de destination qui sont la Belgique et les Pays-Bas. Ce graphique montre donc l'existence d'un réseau international de distribution entre le Suriname, la Guyane, la France métropolitaine, celle-ci étant la plaque tournante vers l'Europe puisque les destinations sont différentes.

La **Figure 13B** montre un autre exemple de mise en évidence par le profilage chimique d'un trafic de cocaïne, cette fois dans le cadre d'une enquête régionale. L'enquête commence par une saisie en août 2012 à Matoury, par la police judiciaire (PJ) de Cayenne. Le pays d'acquisition est le Suriname et le pays de destination est inconnu. La teneur de la cocaïne saisie est de 74 %, ce qui signifie qu'on est très haut dans la chaîne de distribution, c'est-à-dire en provenance directe de la source. Le produit de coupage était le lévamisole (produit ajouté dans le pays de production de la cocaïne).

Cet échantillon a pu être relié à un autre échantillon qui a été saisi à Lyon, par la sécurité publique de Lyon, à peu près un mois après. La teneur est similaire, à 76 %, signifiant que le niveau dans la chaîne de distribution est toujours élevé. Puis au mois de novembre 2012, à Bourg-en-Bresse, a lieu une saisie sur deux échantillons, dont un qui était relié

à ce même lot de fabrication. Celui-ci était une cocaïne à 73 % coupée avec du lévamisole, mais le deuxième lot de la saisie était une cocaïne à 35 % coupée avec de la phénacétine à 58 %, indiquant qu'on se situe plutôt au niveau de la rue. Ce graphique fournit une information sur un trafic de Cayenne (en Guyane) jusque sur la région Rhône-Alpes, mettant en évidence une importation directe pour une distribution au niveau de la rue.

#### 4 La coopération dans le domaine du profilage

La France travaille en étroite collaboration avec ses homologues européens. Le laboratoire de police scientifique de Lyon, qui est pôle pilote en la matière d'analyse de stupéfiants et de profilage, est responsable du groupe de travail du réseau européen des Instituts de science forensique<sup>6</sup> (ENFSI) sur le profilage. Nous travaillons en réseau avec

6. L'Université de Lausanne la définit comme suit : « *Les sciences forensiques se définissent comme l'ensemble des principes scientifiques et méthodes techniques appliquées à la résolution de questions en matières criminelle, civile ou réglementaire dans le but d'aider la justice [...]. L'adjectif forensique [...] est un néologisme. Il vient du latin forum [...]. Il fait partie du vocabulaire de pratiquement toutes les langues qui nous sont proches comme l'allemand, l'italien et l'anglais, mais son usage est récent en français* ». L'Université de Lausanne emploie aussi ce néologisme dans l'intitulé de ses cours : « sciences forensiques », « identification forensique », « génétique forensique ». Voir le **Chapitre de P. Touron** dans *Chimie et expertise*, EDP Sciences, 2014.



## **Le profilage, une science au service de la justice et de la société**

En conclusion, le profilage chimique des stupéfiants fournit une information à différents niveaux du trafic et constitue une aide précieuse à l'investigation.

Le profilage est une science appliquée au service de la justice, de la police et de la santé. Cette science appliquée transdisciplinaire est en perpétuelle évolution et les experts du profilage partagent leurs connaissances au cours de sessions de formation et de coopération. Des activités de R&D sont indispensables pour pouvoir sans cesse améliorer les techniques et rester performant.