

# Des traces de preuve

Lothar Koch

## POLICE SCIENTIFIQUE NUCLÉAIRE ET TRAFIC

**E**n 1994, au domicile d'un criminel notoire, la police de Baden-Württemberg (Allemagne) a découvert – par hasard – un échantillon de plutonium. L'analyse réalisée à l'Institut des transuraniens (ITU) de Karlsruhe a révélé un mélange d'alliages utilisé seulement dans les «bombes atomiques».

Il ne s'agissait pas, malheureusement, d'un cas unique. Une banque de données de l'AIEA répertorie d'autres cas signalés de trafic de matières nucléaires ou radioactives (*voir encadré: Cas de trafic de matières nucléaires ou radioactives*). Outre la crainte traditionnelle d'une prolifération nucléaire, le public redoute, depuis le 11 septembre, un attentat terroriste qui serait perpétré au moyen d'un engin à dispersion de radioactivité (EDR). À ce jour, les quantités saisies ne suffisaient pas à fabriquer une bombe nucléaire, mais elles pourraient suffire à fabriquer un EDR.

Conscients de la menace qui pèse sur la santé et la sûreté dans le monde, les États du G8 (Japon, États-Unis, Allemagne, France, Royaume-Uni, Italie, Canada et Russie) ont appelé de leurs vœux «une action internationale commune visant à détecter et réprimer l'offre et la demande illicites de matières nucléaires et à dissuader d'éventuels trafiquants». De plus en plus, on analyse les matières saisies pour en déterminer l'origine, ce qui est l'objectif d'une nouvelle science baptisée police scientifique nucléaire.

### Plan d'action

De plus en plus, on constate la présence dans l'environnement ou la possession illégale de matières nucléaires ou radioactives d'origine inconnue. Ces matières proviennent:

- d'accidents entraînant une dispersion de matières;
- de l'abandon illégal de déchets nucléaires;
- du rejet de traces d'activités déclarées ou clandestines;
- de sources radioactives orphelines;
- de matières nucléaires détournées;
- d'un trafic de matières nucléaires ou radioactives.

Lorsque l'on enquête sur ces incidents, on s'interroge sur l'utilisation prévue, l'origine et, le cas échéant, l'itinéraire emprunté par les matières détectées. À cette fin, le Groupe de travail international sur le trafic nucléaire a élaboré un «Modèle de plan d'action», qui énonce plusieurs mesures à prendre une fois les matières trouvées ou saisies. Ensemble, l'AIEA et l'ITU ont aidé les États Membres à mettre ce plan en œuvre au moyen d'un exercice de démonstration. Grâce à leur formation et à leur niveau technique, les services de police de ces États peuvent maintenant établir dans quelle mesure des matières nucléaires saisies présentent un risque professionnel ou sanitaire. Au besoin, les chercheurs de ces États caractérisent les matières avec l'assistance d'experts en police scientifique nucléaire de l'ITU afin de déterminer l'utilisation prévue, l'origine et l'itinéraire des matières saisies.

### Un profil qui se dessine

La procédure d'enquête sur les matières nucléaires ou radioactives ne diffère pas vraiment de la procédure classique. Avant de conserver les preuves, les agents prennent les précautions requises pour se protéger eux-mêmes et le public (dans le respect de la chaîne de responsabilité en vigueur dans l'État). Les traces (fibres, poussières, ADN, empreintes) provenant de surfaces contaminées sont recueillies de préférence dans des laboratoires appropriés.

Comment la police scientifique nucléaire aide-t-elle à résoudre l'énigme ? Elle fournit de précieux indices découlant du fait que la composition isotopique des éléments chimiques de chaque matière nucléaire ou radioactive est unique et diffère de celle des éléments naturels. La teneur

isotopique révèle les procédures d'enrichissement et d'irradiation dans des réacteurs nucléaires. Tandis que la géochronologie et la cosmologie appliquent le même principe, il existe, en matière de police scientifique nucléaire, une multitude de nucléides artificiels dont la formation nucléaire est connue. La proportion de nucléides parents/descendants révèle la durée de la réaction nucléaire ou d'un traitement chimique subséquent. La teneur en radionucléides révèle le type et les conditions de production.

En 1994, la police de l'aéroport de Munich a saisi 363 grammes de plutonium (Pu). On soupçonnait cependant cette matière d'être un «faux», composé de sources précédemment identifiées. L'analyse des particules d'oxydes mixtes d'uranium et de plutonium a montré que ce dernier avait été formé dans un spectre d'énergie neutronique inhabituellement faible, ce qui prouvait qu'ils étaient d'âge comparable et non produits et formés à partir des sources connues. Grâce à ces informations endogènes «gravées» dans la matière, on peut en déterminer l'usage prévu. Cela n'indique pas, en revanche, son lieu de production. Heureusement, tous les produits nucléaires et radioactifs doivent être décrits de façon précise à des fins d'assurance de la qualité et de sûreté. Les conditions de production de chaque usine et les spécifications des matières rendent chaque produit unique. Ces spécifications sont systématiquement consignées dans une base de données qui permet à des experts d'établir, entre la matière décrite et une fiche d'usine, une correspondance qui permet d'établir son origine.

Au début d'une analyse, bien entendu, on ne connaît pas l'historique de la matière étudiée. L'analyste doit donc commencer par déterminer certaines données de base de la matière, puis parcourir les fiches d'usine et d'autres bases de données disponibles. Suivant le principe du diagnostic, l'analyste exclut progressivement des lieux éventuels en entrant de nouvelles données jusqu'à ce que finalement, seul un lieu demeure comme origine possible. Autrement dit, l'enquête analytique est guidée et déterminée par les données historiques existantes.

## Les instruments

La police scientifique nucléaire utilise diverses méthodes établies et reconnues. Les instruments et procédures d'analyse utilisés dans la fabrication de matières nucléaires ou radioactives sont non seulement appropriés, mais

### OUTILS D'ANALYSE UTILISÉS EN POLICE SCIENTIFIQUE NUCLÉAIRE

<i>Matières nucléaires en vrac</i>	<i>Datation</i>	<i>Radiotoxicité</i>	<i>Usage</i>	<i>Origine</i>
Microscopie optique			X	X
Spectroscopie gamma ou alpha	X	X		
SM* à couplage inductif	X	X	X	X
SM* à décharge lumineuse		X		
Microsonde				X
Microscopie électronique + XDE**				X
Diffraction de rayons X				X
SM* par thermo-ionisation + dilution isotopique	X	X		X
<b>Particules</b>				
Microscopie électronique				X
SM* à émission d'ions secondaires	X	X		X

\*SM = spectrométrie de masse \*\*XDE = analyse par rayons X à dispersion d'énergie

indispensables pour obtenir des informations de qualité similaire à comparer aux fiches d'usine. La boîte à outils (*voir encadré: Outils d'analyse*) résume les techniques d'analyse les plus couramment utilisées, regroupées par outils servant à:

- mesurer le poids et les dimensions des matières (pastille de combustible, par exemple);
- déterminer l'abondance des principaux nucléides (enrichissement de l'Uranium 235, par exemple);
- analyser la composition chimique;
- décrire la microstructure;
- doser les impuretés.

Pour effectuer des comparaisons avec des données existantes mais très précises, l'expert a parfois besoin d'analyses spéciales telles que la rugosité du combustible, la taille des grains, etc.

À l'instar des méthodes classiques, la police scientifique nucléaire recourt à l'analyse chimique ainsi qu'à la microscopie optique et électronique. La spectrométrie de masse joue un rôle de premier plan. Elle est aussi utilisée dans l'analyse de traces d'éléments naturels (spectrométrie de masse à étincelle, à couplage inductif, à pulvérisation ou à ablation par laser), mais ici, l'information décisive tient aux changements mesurés de la teneur isotopique. Pour l'analyse des nucléides de très haute activité spécifique, les techniques radiométriques, notamment la spectrométrie alpha et gamma, sont indiquées. Pour l'analyse des particules, même composées d'isotopes de faible activité, on peut utiliser la microscopie électronique couplée à une spectrométrie de masse à émission d'ions secondaires. Dans l'idéal, les instruments associent haute résolution spatiale, très bonne sensibilité de détection chimique et résolution de masse (isotopique) élevée.

## Cas d'espèce

Deux incidents analysés à l'ITU et répertoriés par l'AIEA illustrent le recours à la police scientifique nucléaire.

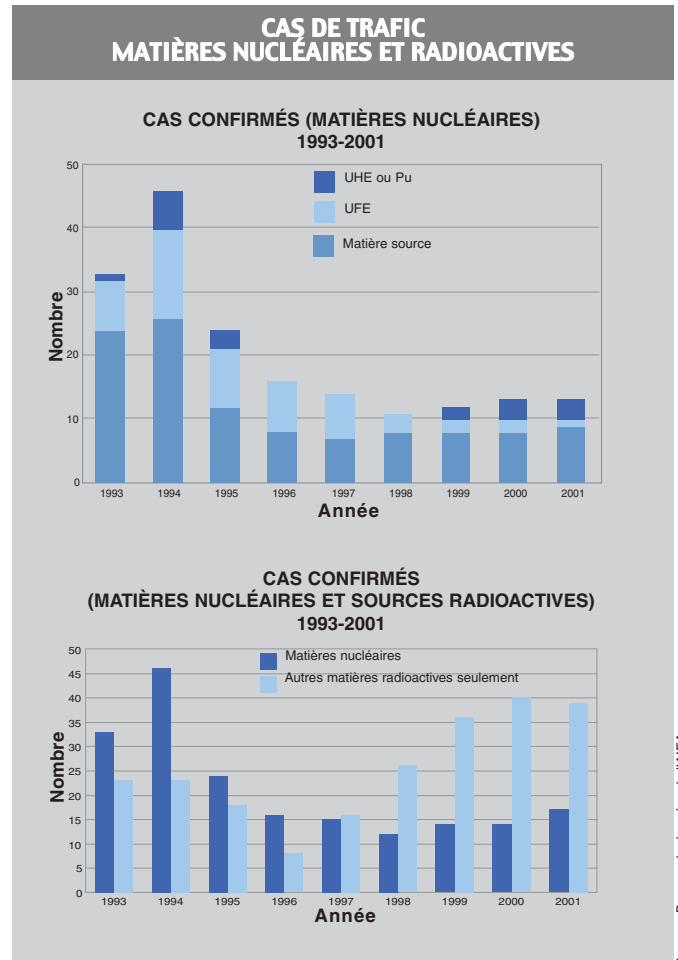
À Ulm (Allemagne), la police a trouvé dans un coffre de banque 202 pastilles radioactives. D'après leur forme, il s'agissait de combustible nucléaire d'un réacteur à eau ordinaire. L'analyse a révélé un enrichissement de 4,38 % en  $^{235}\text{U}$ ; elles étaient donc destinées à être rechargées. Les impuretés correspondaient aux spécifications des deux usines qui produisent ces pastilles, mais on avait besoin d'autres informations – certes moins importantes – sur les impuretés (telle la proximité d'une usine de soude à l'origine d'une teneur caractéristique en sodium (Na) de l'ordre de parties par milliard) ou sur des différences de fabrication telles que la rugosité du combustible. C'est ce dernier point qui a permis d'identifier l'usine d'origine, qui pratique un meulage humide donnant une surface plus lisse que le meulage à sec utilisé ailleurs.

La spectrométrie de masse à émission d'ions secondaires sert à mesurer l'enrichissement de particules en  $^{235}\text{U}$  dans des frottis d'échantillons d'environnement recueillis par l'AIEA. Cette technique a révélé 87,8 % de particules d' $^{235}\text{U}$  dans une pièce d'acier radioactif provenant de la décharge d'une usine d'affinage de métaux. Il s'agissait en fait, à la forme, d'un ensemble combustible de réacteur rapide. L'enrichissement habituel, pour ces réacteurs, est de 19 %, ce qui interdit toute application militaire. Il a donc été conclu qu'il s'agissait d'un prototype destiné à un réacteur d'essai connu, moins puissant. Le combustible produit par pyrochimie avait déjà été ôté par abrasion non professionnelle des crayons. Il était intéressant de noter que le combustible ôté avait transité illégalement par lots par plusieurs pays avant d'être saisi par la police. Les matières saisies étaient identiques par leur enrichissement en  $^{235}\text{U}$  et par leurs impuretés.

## Gratter la surface

Il reste à trouver de nouvelles méthodes révélant l'historique d'une matière nucléaire ou radioactive inconnue. Les recherches doivent s'orienter vers des techniques d'analyse plus précises et vers une interprétation plus conclusive des résultats permettant de lire les informations contenues dans la matière. À l'avenir, il devrait être plus facile de distinguer les procédures d'enrichissement en  $^{235}\text{U}$ , de reconstituer l'historique de l'exploitation d'une usine de retraitement à partir de ses déchets, et d'identifier les stades de fabrication d'une matière.

Il est fait grand usage d'instruments et de techniques d'analyse appropriés. Seuls quelques laboratoires, cependant,



sont autorisés à manipuler des matières nucléaires ou radioactives. C'est pourquoi l'AIEA envisage de mettre sur pied un réseau international de laboratoires de police scientifique nucléaire, qui aiderait les États Membres à analyser des matières inconnues. Il faudrait que des chercheurs puissent fréquenter ces laboratoires pour observer l'analyse de matières saisies dans leur pays.

Les données historiques sont essentielles à la détermination de l'origine d'une matière. L'accès à ces informations étant limité pour des raisons juridiques, commerciales ou de sécurité nationale, il a été proposé de mettre sur pied un réseau de banques de données réservé à l'interrogation. Les analyses y seraient guidées jusqu'à ce que les résultats montrent une correspondance dans une base de données. Le fait que le résultat devienne public est moins préoccupant, tant que le dernier détenteur légal peut reconnaître la matière et combler la lacune.

*Lothar Koch (koch.weingarten@t-online.de) a collaboré avec l'AIEA dans le domaine du trafic nucléaire. Il a récemment pris sa retraite comme chef de division à l'Institut des transuraniens de Karlsruhe (Allemagne).*