

Chimie et expertise

Sécurité des biens
et des personnes



Cet ouvrage est issu du colloque « Chimie et expertise. Sécurité des biens et des personnes », qui s'est déroulé le 12 février 2014 à la Maison de la Chimie.

« COLLECTION CHIMIE ET ... »

Collection dirigée par Bernard Bigot

Président de la Fondation internationale de La Maison de la Chimie

Chimie et expertise

Sécurité des biens et des personnes

René Amalberti, Patrick Arpino, Pierre Carlotti, Pierre Charrue, Guillaume
Cognon, Laurence Dujourdy, Frédéric Dupuch, Bruno Feignier, François
Fontaine, Bertrand Frère, Pereira-Rodrigues, Pauline Sibille, Gérard Sousi, Pierre
Toulhoat, Patrick Touron, Bruno Vanlerberghe et Philippe Walter

Coordonné par Minh-Thu Dinh-Audouin,
Danièle Olivier et Paul Rigny



Conception de la maquette intérieure et de la couverture :
Pascal Ferrari et Minh-Thu Dinh-Audouin

Images de couverture :

Chimiste prenant une photo, scène de crime, chimiste dans laboratoire mobile, policier avec œuvres d'art : LCPP.

Appareil d'analyse, analyse de profils génétiques : INPS.

Images de la 4^e de couverture :

IRCGN.

Iconographie : Minh-Thu Dinh-Audouin

Mise en pages et couverture : Patrick Leleux PAO

Imprimé en France

ISBN : 978-2-7598-1655-2

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays. La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective », et d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (alinéa 1^{er} de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du code pénal.

© EDP Sciences 2014

EDP Sciences
17, avenue du Hoggar, P.A. de Courtabœuf, BP 112
91944 Les Ulis Cedex A, France

Ont contribué à la rédaction de cet ouvrage :

René Amalberti

*Conseiller sécurité du patient
à la HAS
Directeur scientifique de la
Prévention médicale-Groupe
MACSF
Directeur de la Fondation
pour une culture de Sécurité
Industrielle (FONCSI)*

Patrick Arpino

*Ancien directeur de recherche
au CNRS
Laboratoire d'Électrochimie,
chimie des interfaces et
modélisation pour l'énergie
(ENSCP, Chimie ParisTech)*

Pierre Carlotti

*Directeur
Laboratoire Central de la
Préfecture de Police (LCPP)*

Pierre Charrue

*Direction des applications
militaires
CEA*

Guillaume Cognon

*Chef d'escadron de
Gendarmerie
Département Environnement
Incendies Explosifs
Institut de Recherche
Criminelle de la Gendarmerie
Nationale (IRCGN)*

Laurence Dujourdy

*Expert Stupéfiants
Institut National de Police
Scientifique (INPS)*

Frédéric Dupuch

*Directeur
Institut National de Police
Scientifique (INPS)*

Bruno Feignier

*Directeur Sécurité
et Non-prolifération
Commissariat à l'Énergie
Atomique et aux énergies
Alternatives (CEA)*

François Fontaine

*Coordinateur de l'activité
« Sécurité Globale »
Institut National de
l'Environnement Industriel et
des Risques (INERIS)*

Bertrand Frère

*Ingénieur Principal des
Services Techniques
Département Environnement
Incendies Explosifs
Institut de Recherche
Criminelle de la Gendarmerie
Nationale (IRCGN)*

Armand Lattes

*Professeur Émérite
des Universités
Université Paul Sabatier
(Toulouse)*

Sandrine Pereira-Rodrigues

*Chef de la section Intervention
et produits inconnus au pôle
Explosifs, Intervention,
Risques chimiques
Laboratoire Central de la
Préfecture de Police (LCPP)*

Pauline Sibille

*Ingénieur en Toxicologie
Laboratoire de Toxicologie de
la Préfecture de Police
Institut National de Police
Scientifique (INPS)*

Gérard Sousi

Président Institut Art et Droit

Pierre Toulhoat

*Directeur Scientifique
Institut National de
l'Environnement Industriel et
des Risques (INERIS)
Académie des Technologies*

Colonel Patrick Tournon

*Officier de gendarmerie
Directeur adjoint de l'Institut
de Recherche Criminelle de la
Gendarmerie Nationale (IRCGN).*

Bruno Vanlerberghe

*Chef du pôle Explosifs,
Intervention, Risques chimiques
Laboratoire Central de la
Préfecture de Police (LCPP)*

Philippe Walter

*Directeur de Recherche au
CNRS
Laboratoire d'Archéologie Molé-
culaire et Structurale (LAMS)
UMR 8220/UPMC*

Équipe éditoriale :

**Minh-Thu Dinh-Audouin,
Danièle Olivier
et Paul Rigny**

Vj k' r ci g' k p v g p v k q p c m { ' i g h v ' d n e p m

Sommaire

Avant-propos : par Danièle Olivier et Paul Rigny	9
Préface : par Bernard Bigot	11
Introduction : par Armand Lattes	13

Partie 1

Les enquêteurs du XXI^e siècle ont besoin des chimistes

La vision des Instituts et organismes nationaux

Chapitre 1 : La police scientifique par Frédéric Dupuch	23
Chapitre 2 : Les sciences forensiques et l'IRCGN par Patrick Touron	37
Chapitre 3 : La chimie au service de la sécurité de nos concitoyens par Pierre Carlotti	59
Chapitre 4 : Des produits aux installations : apport des sciences chimiques pour renforcer la sécurité par Pierre Toulhoat	79
Chapitre 5 : La chimie pour la lutte contre le terrorisme pour la non-prolifération nucléaire par Bruno Feignier	93
Chapitre 6 : L'expert, l'œuvre d'art et la chimie par Gérard Sousi	105

Partie 2

La chimie au cœur des enquêtes

Chapitre 7 : La face cachée de la chimie analytique par Patrick Arpino	113
---	-----

Chapitre 8 : La chimie analytique au service de la toxicologie médico-légale
par **Pauline Sibille** 127

Chapitre 9 : Enquête technique après accident industriel
par **François Fontaine** 149

Chapitre 10 : Fraude et objets d'art
par **Philippe Walter** 165

Partie 3

Les nouvelles techniques d'investigation

Chapitre 11 : Outils et techniques de profilage des drogues
par **Laurence Dujourdy** 185

Chapitre 12 : Sciences et techniques séparatives pour scènes de crimes complexes.
Application à la détection des accélérateurs d'incendie
par **Guillaume Cognon** et **Bertrand Frère**... 201

Chapitre 13 : Les nouvelles technologies d'investigation des explosifs
par **Pierre Charrue** et **Bruno Vanlerberghe** .. 221

Chapitre 14 : Laboratoire sur le terrain au profit de l'enquête
D'après la conférence de **Sandrine Pereira-Rodrigues** 251

Conclusion : Opinion publique et exigence sécuritaire. Conséquences pour les installations industrielles
par **René Amalberti** 277

Avant- propos

La Fondation de la Maison de la Chimie s'attache à faire prendre conscience à tous de ce que les progrès constatés de nos vies quotidiennes doivent à la chimie. Elle veut ainsi se pencher sur la réalité de ce qui nous entoure : les objets quotidiens, les vêtements, nos habitations, nos loisirs, nos médicaments, etc. Sans exception, ces progrès proviennent de développements proposés par les laboratoires de recherche en chimie et mis en œuvre par les industriels.

La Fondation a ainsi créé, en 2010, un cycle de colloques « Chimie et... », qui traitent successivement de domaines d'applications de la chimie. Depuis *La chimie et la mer*, le premier colloque, au plus récent, *Chimie et expertise, sécurité des biens et des personnes*, le premier de l'année 2014, ce sont onze colloques qui se sont ainsi déroulés. Chacun a réuni près de mille personnes, acteurs dans le domaine de la recherche en chimie ou dans les entreprises industrielles de la chimie, mais aussi étudiants orientés vers la chimie, venus en grand nombre prendre la dimension des applications qui leur sont ouvertes.

Les colloques sont l'occasion pour les participants d'écouter les meilleurs spécialistes des sujets traités – représentants des laboratoires à la pointe des applications concernées et représentants des industries engagées dans la fabrication et la promotion des objets ou l'élaboration des méthodes qui en permettent la mise en œuvre. Chaque présentateur fait l'effort de se mettre à la portée des non-spécialistes, sans cacher sa passion personnelle pour le sujet.

Les messages des colloques sont trop élaborés pour qu'on ne veuille pas les conserver afin de s'y reporter. C'est pourquoi une collection de livres « Chimie et... » a été ouverte par la Fondation de la Maison de la Chimie qui reprend les contenus des colloques et met les conférences sous forme de chapitres de livres qui pourront être diffusés à toute une variété de lecteurs : citoyens intéressés au progrès technique, professeurs désireux de trouver des supports concrets pour leur enseignement, élèves ou étudiants débutants voulant saisir les tendances de la recherche et de l'innovation.

La présente publication du livre *Chimie et expertise, sécurité des biens et des personnes* est le onzième volume de la série. Le sujet se distingue des autres par son tour moins industriel, moins tourné vers la fabrication d'objets, mais pourtant tout aussi concerné par le progrès scientifique et technique. **La sécurité est affaire de société** car il s'agit avant tout de répondre à des demandes des citoyens sur les fondements des contacts sociaux dans lesquels ils vivent. Ce sont les instances judiciaires, aidées des forces de police et de gendarmerie, qui sont en l'occurrence à l'œuvre. Celles-ci, voulant s'intégrer les possibilités les meilleures offertes par la technique, n'ont pas manqué de rencontrer la chimie, ses laboratoires et ses progrès, ici présentés dans les différents chapitres.

La Fondation de la Maison de la Chimie célèbre cette année son quatre-vingtième anniversaire. Cet âge pourrait paraître bien auguste déjà, mais notre collection montre qu'il faut le comprendre comme un âge toujours dynamique, où la chimie est toujours aussi

cruciale à la civilisation et où il est toujours aussi nécessaire de se dépenser pour la faire connaître et apprécier à la juste valeur des services qu'elle rend.

Modernité oblige, cette richesse d'informations fournie par les livres de la collection est maintenant accessible par le site Internet www.media-chimie.org, que la Fondation a créé en 2012 à destination tant de l'enseignement de la chimie qu'à celle du grand public, curieux de connaître la réalité technique en profondeur. Que nos lecteurs se rendent sur ce site et cherchent les réponses à leurs questions... Nul doute qu'ils ne reviennent pour approfondir à la lecture, à côté de celles de nombreuses ressources proposées, de l'un des volumes de la collection « Chimie et... », l'un des onze parus, ou l'une des parutions futures.

Danièle Olivier,
Vice-présidente

*de la Fondation de la Maison
de la Chimie*

Paul Rigny,
*Conseiller scientifique auprès
du président de la Fondation
de la Maison de la Chimie*

Préface

Le thème de la sécurité est aujourd'hui au centre des préoccupations de la population dans tous domaines, parfois même peut-être un peu trop, car l'exigence zéro danger, zéro défaut est parfois impossible à atteindre et le principe de précaution ne doit pas devenir synonyme d'immobilisme. Ce thème est si large qu'un seul ouvrage ne peut en couvrir tous les aspects, et nous avons décidé de le traiter en deux parties, en ce qui concerne le domaine ciblé et l'objectif.

Ce premier ouvrage est focalisé sur l'enquête :

- l'enquête préventive en termes de fraude, de menace d'attentats, de risques d'accidents industriels ;
- en termes d'efficacité des enquêtes de vols, d'escroqueries, d'agressions, d'accidents industriels et d'attentats, afin de mettre en œuvre une juste répression pour dissuader la malveillance.

Un second ouvrage de la même collection prévu fin 2015 sera centré sur la sécurité environnementale et sanitaire.

La première partie présente la vision des enquêteurs du XXI^e siècle du rôle joué et à jouer par les chimistes. Les

directeurs des organismes et instituts en charge aujourd'hui en France, des enquêtes criminalistiques de toute nature, donnent leur point de vue : police criminelle, risque industriel, sécurité globale, et nous informent sur la place de la chimie dans les nouvelles techniques d'investigation qu'ils mettent en œuvre ou qui sont en cours de développement.

Les moyens techniques et scientifiques utilisés doivent être à la hauteur des enjeux pour fournir des technologies de plus en plus fiables et rapides en moyen de détection et de caractérisation, et pour pouvoir appréhender des scènes de crime ou d'accidents particulièrement complexes. La seconde partie fait le point sur les plus récents développements de la recherche chimique et physico-chimique dans cet objectif, tandis que la troisième partie décrit sur des cas concrets, issus d'enquêtes réelles, les techniques, les protocoles et les stratégies mis en œuvre dans les investigations sur les stupéfiants, les explosifs et les accidents chimiques industriels.

Les experts scientifiques, et notamment les chimistes, sont non seulement deve-

nus indispensables dans les enquêtes judiciaires pour fournir les preuves indispensables à l'établissement des faits, mais aussi pour tirer les conséquences qui permettent à l'État et à ses services de mieux assurer en tout lieu et en toute circonstance la sécurité du citoyen et la défense de ses droits.

Ils ont la parole dans leurs différents domaines de compétence tout au long de cet ouvrage dont la conclusion est un chapitre sur la perception des exigences actuelles du citoyen dans le domaine sécuritaire.

Il ne se passe pas une semaine sans qu'une série télévisée traite de manière spectaculaire de l'un ou l'autre des exemples expliqués dans cet ouvrage par les meilleurs experts au niveau national pour vous informer avec rigueur, exactitude et précision, et répondre honnêtement à nos interrogations et à nos inquiétudes ; je suis certain que vous en ferez une passionnante lecture

Bernard Bigot

*Président de la Fondation
Internationale de la Maison
de la Chimie
Administrateur Général du CEA*

Introduction

Armand Lattes est Professeur Émérite de l'Université Paul Sabatier (Toulouse).

1 Un peu d'histoire

Dès le XIII^e siècle, comme on le voit parfois dans les émissions de télévision, des policiers ou des personnes intéressées par les problèmes de sécurité effectuaient des recherches. Mais en raison des moyens limités dont ils disposaient, on ne peut vraiment pas parler de police scientifique ! Le premier exemple d'investigation reposant sur des travaux scientifiques est revendiqué par les canadiens : en 1859, Henry Holmes Croft, témoin au procès d'un certain docteur King, indiqua qu'il avait trouvé onze grains d'arsenic dans l'estomac du cadavre de Madame King, ce qui a valu bien évidemment la condamnation du docteur King.

En France, la police scientifique a été créée il y a un peu plus de cent ans. Le principal fondateur était le

docteur Locard qui exerçait à Lyon (*Figure 1*). Il était lui-même élève du professeur Lacassagne (*Figure 2*) et a ouvert le premier laboratoire de police scientifique à Lyon en 1910. On imagine que les laboratoires de cette époque ressemblaient à celui de la *Figure 3*.

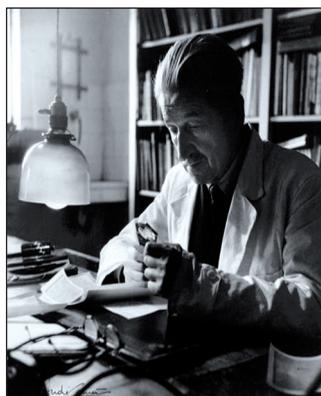


Figure 1

Le docteur Edmond Locard.

à Monsieur
 André Lacassagne
 trois
 moineaux
 à Lyon Rhône
 P. J.
 racheté
 le 10/10/1900
 racheté
 le 10/10/1900

Figure 2

Signature du professeur
 Lacassagne.



Figure 3

Laboratoire dans la première moitié du XX^e siècle.

2 La chimie dans la police scientifique : une palette très diversifiée

Les émissions télévisées ont médiatisé depuis des années de nombreux exemples d'expertises de la police scientifique dans lesquelles intervient la chimie.

2.1. Révéler les traces de sang par le luminol

On y voit en particulier que l'on met en évidence assez facilement des traces de sang qui apparaissent par fluorescence quand on ajoute une molécule appelée luminol. La fluorescence du luminol est catalysée par le fer qui se trouve dans l'hémoglobine du sang (**Figure 4**).

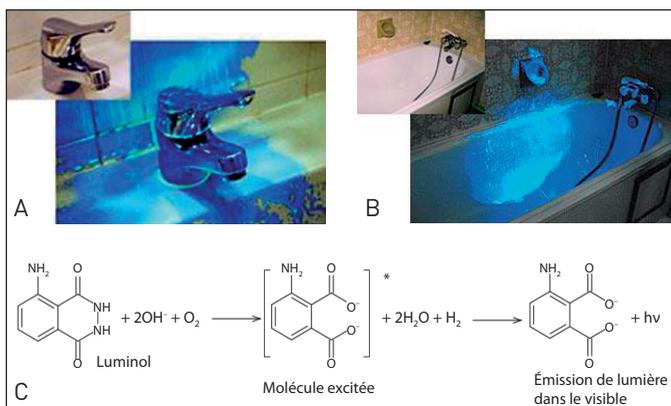


Figure 4

A et B) Détection de traces de sang par fluorescence du luminol ;
 C) réaction de luminol en présence de sang, conduisant à la fluorescence.

2.2. Détecter les chèques falsifiés et les faux billets

L'étude de l'encre pour la détection de chèques falsifiés (**Figure 5**) et l'analyse des fibres dans les faux billets (**Figure 6**) sont d'autres exemples.

Il est intéressant de constater qu'il y avait déjà des faux monnaieurs au temps des Gaulois. La **Figure 7A** montre une vraie pièce et la **Figure 7B**, une pièce falsifiée à cette époque. Celle-ci est en cuivre recouverte d'argent (2 % d'argent),

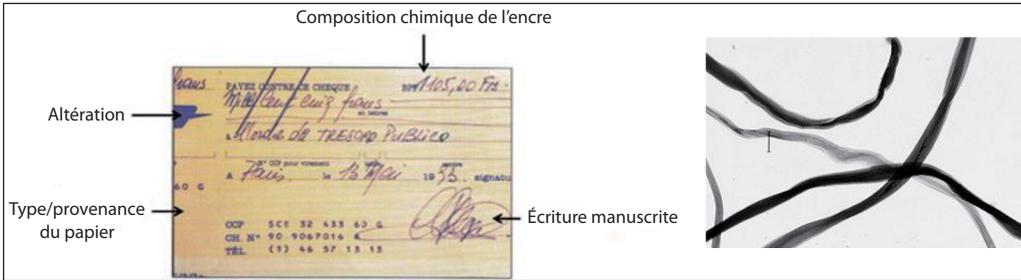


Figure 5

Expertise scientifique d'un chèque suspect. L'analyse met en évidence une réinsertion frauduleuse du chiffre 1 au niveau du montant délivré.

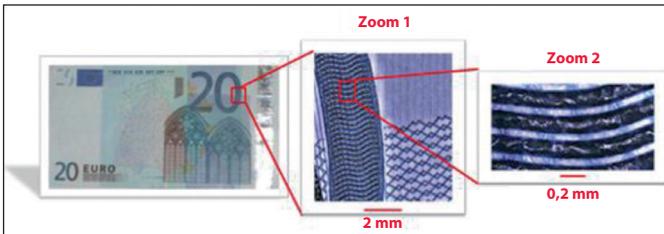


Figure 6

Image du billet analysé par imagerie moléculaire. Les imageries laser-doppler puis Raman de la région « zoom 1 » sont achevées avec une pixellisation de $100\ \mu\text{m}$ et de la région « zoom 2 » avec une pixellisation de $25\ \mu\text{m}$.

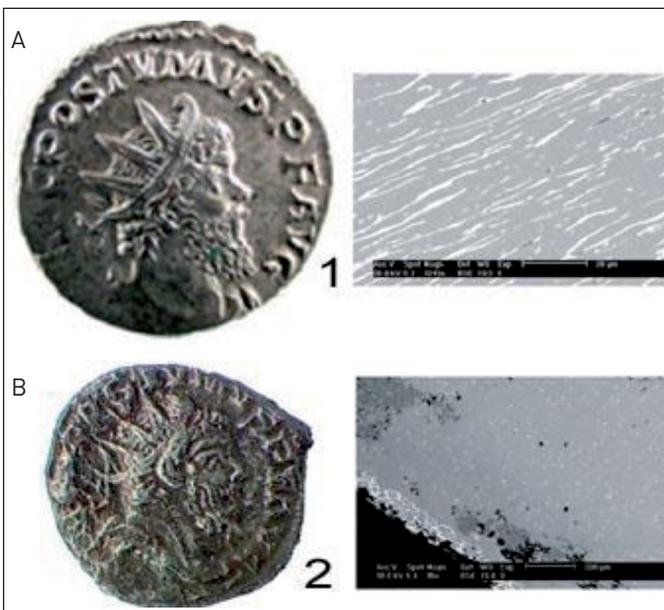


Figure 7

Pièces gauloises : pièce officielle (A) et pièce falsifiée (B), avec images par microscopie électronique.

alors que la pièce officielle est un alliage de cuivre et d'argent (17 % d'argent). Aujourd'hui cette fraude serait très rapidement mise en évidence, en particulier par microscopie électronique !

2.3. Détecter les fraudes alimentaires

La détection des fraudes concerne de nombreux autres domaines qui ne seront pas traités dans cet ouvrage. On peut citer la fraude aux grands crus (*Figure 8*). Par exemple, un indonésien, M. Kurniawan, a mélangé des crus et les a fait passer pour des vieux Châteaux Petrus. Malheureusement pour lui, il a commis l'erreur de mettre sur une bouteille une étiquette de 1929 alors que ce grand cru n'a été commercialisé qu'en 1934. Il n'y avait donc même pas besoin de l'analyse chimique pour détecter la fraude.

Il y a maintenant trois ans, des chinois à la tête d'une grande société laitière, extrayaient les protéines du lait pour les revendre sous une autre forme. Comme cela diminuait sensiblement le taux d'azote dans le lait, ils ajoutaient de la mélamine pour remonter

ce taux (*Figure 9*). Cette molécule contient énormément d'azote, de telle sorte qu'avec 1 gramme de mélamine, on a l'équivalent d'environ 4 grammes de protéine. Mais cette molécule est toxique et a provoqué de nombreux décès, en particulier parmi les nourrissons. La quantité de produit ainsi fabriqué était considérable d'où les dégâts considérables provoqués par cette fraude.

2.4. Rechercher les stupéfiants

Nous parlerons beaucoup dans cet ouvrage du rôle que remplissent à la fois la gendarmerie et la police scientifiques dans la problématique des drogues (*Figure 10*). Comme nous le verrons, les drogues sont de différentes natures. Attirons, à titre d'exemple, l'attention des jeunes sur la « drogue des violeurs », drogue qui, sous forme de pilule mise discrètement dans un verre au cours d'une soirée, endort la victime qui ne se souvient plus ensuite de ce qui s'est passé (*Figure 11A*). Cette drogue peut être soit du rhodinol, de la kétamine ou du GHB (gamma-hydroxybutyrate).

Il faut savoir qu'il existe maintenant un produit mis au point en Israël par M. Abramson qui change de couleur au contact de l'une ou l'autre de ces trois substances. On trouve maintenant des verres dans lesquels se trouvent de petites tiges (*Figure 11B*), ou encore des pailles (*Figure 11C*), qui prennent une couleur rouge en présence de l'une de ces drogues.

Figure 8

La chimie peut dans de nombreux cas intervenir pour détecter les fraudes dans le vin.



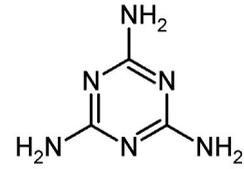


Figure 9

Lait trafiqué contenant de la mélamine (structure chimique à droite), intercepté par les autorités.



Figure 10

La recherche des drogues est une activité importante de la gendarmerie et de la police scientifiques.

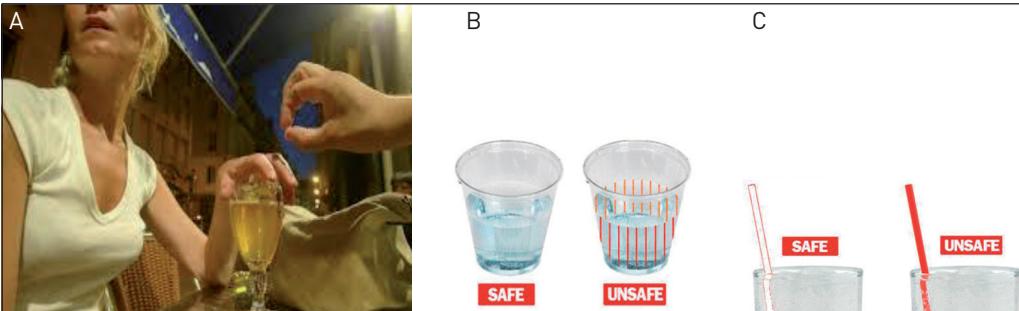


Figure 11

A) La drogue du violeur. Verres (B) et pailles (C) mis au point par M. Abramson et détectant les substances telles que le GHB, la kétamine ou le rhodinol.

2.5. L'expertise des œuvres d'art

Nous verrons dans cet ouvrage que la protection et la sécurité concernent aussi les biens culturels. Il s'agit par exemple de vérifier qu'un tableau est d'origine ou qu'il a été réalisé par un faussaire (Figure 12).

2.6. Lutter contre le terrorisme

Des exemples d'enquêtes et de protection contre des attentats terroristes seront également présentés. Les exemples traités concerneront surtout les attentats à l'explosif, mais l'utilisation de toxiques de guerre consti-

Figure 12

L'authentification des œuvres d'art peut faire l'objet d'enquêtes policières.



tue une menace bien plus dangereuse. Les attaques terroristes sont susceptibles d'être menées à l'aide de différents gaz tels que le gaz moutarde, l'ypérite, les gaz VX et le sarin (Figure 13A), qui sont des produits extrêmement toxiques. Le sarin a été utilisé par la secte Aum en 1995 à Tokyo (Figure 13B). Dans le métro de Tokyo, un attentat a causé douze décès, et plusieurs milliers de personnes ont été atteintes (Figure 13C). Dans le cas de tels attentats, il est indispensable d'identifier rapidement

la nature du gaz. En 1995, les enquêteurs japonais ont d'abord pensé que le toxique utilisé était le cyanure et ont traité les personnes atteintes en conséquence. Fort heureusement, un professeur d'université qui était à l'écoute à la télévision a observé les symptômes et leur description et en a conclu qu'il s'agissait certainement du sarin. À partir de son intervention, les protocoles à suivre pour soigner les personnes atteintes par un gaz neurotoxique ont été mis en place.



Figure 13

A) Différents gaz toxiques ; B) article concernant l'attaque par la secte d'Aum par le gaz sarin ; C) victimes de l'attentat du métro de Tokyo.

2.7. Protéger les informations

Pour terminer, il ne faut pas oublier la protection des renseignements (**Figure 14**) ; c'est un vaste sujet qui ne sera pas abordé dans cet ouvrage. La chimie n'en est pas totalement absente car une grande partie des constituants d'un ordinateur est passée entre les mains des chimistes, comme décrit dans l'ouvrage *Chimie et technologies de l'information* (EDP Sciences, 2014).



Figure 14

La protection des informations est un vrai sujet qui concerne la sécurité des biens et des personnes.

Vj k' r ci g' k' p v g p v k' q p c m { ' i g h v ' d n e p m

La police scientifique

Frédéric Dupuch est directeur de l'Institut National de Police Scientifique (INPS¹) à Ecully.

Les séries télévisées, même si les faits rapportés sont plus ou moins proches de la réalité, ont beaucoup contribué à ouvrir l'image de la police scientifique au grand public.

Mais au-delà de cette mode médiatique, le **Chapitre de P. Arpino** de *Chimie et expertise, sécurité des biens et des personnes* (EDP Sciences, 2014) montre le développement et les progrès extraordinaires accomplis par la chimie de base et mis au service de la police scientifique et des techniques associées. Cependant, ces nouvelles méthodes ont un coût élevé dont il faut tenir compte dans une période de crise.

L'objectif de ce chapitre est donc de montrer la vraie stratégie conduite par les acteurs de la criminalistique, la réalité

de ce qui se fait, les objectifs et les méthodes pour faire progresser la précision des enquêtes, et, dans tout cela, l'utilisation de la chimie au bénéfice de la lutte contre la délinquance.

1 La place de la chimie dans la lutte contre la délinquance

On distingue classiquement deux stades d'actions dans la lutte contre la délinquance : la prévention et la répression.

1.1. La prévention

La prévention consiste souvent en des mesures classiques de dissuasion telles que les patrouilles de police ou de gendarmerie, les agents de sécurité, ou en des protec-

1. www.police-nationale.interieur.gouv.fr/Organisation/Etablissements-publics/INPS

tions physiques telles que les portes et les alarmes électroniques.

La chimie y prend progressivement sa place sous l'angle des détections de substances suspectes, avec par exemple :

- l'introduction d'un test dans une boisson pour révéler la présence ou non de la « drogue du violeur »², occasion de rappeler aux jeunes filles qu'il faut se servir soi-même, ne pas lâcher son verre, vérifier que les canettes ou les petites bouteilles leur parviennent fermées et ne jamais accepter de verre non servi devant soi... ;
- l'utilisation de marqueurs codés, c'est-à-dire de produits invisibles à l'œil nu, apposés préventivement sur des objets, ou même vaporisés après un vol pour laisser des stigmates sur les auteurs d'infractions quittant les lieux.

1.2. L'investigation et la répression

C'est surtout au stade de la répression qu'intervient la chimie. Le terme « répression » n'a rien de péjoratif, il s'agit en matière de sécurité des biens et des personnes de la mission d'investigation que le code de procédure pénale considère comme intégrée juridiquement au métier de la police judiciaire.

2. La « drogue du violeur » qualifie le GHB (gamma-hydroxybutyrate), un psychotrope dépresseur se mélangeant facilement à l'alcool. Inodore et incolore, au goût très léger, il a été utilisé à partir des années 1990 pour provoquer chez les victimes de violeurs une désinhibition, voire un état hypnotique et une amnésie.

L'investigation est la constatation des infractions et la recherche des auteurs, dans le but de les présenter à la justice. C'est à ce niveau qu'intervient la police scientifique comme **outil d'aide à l'investigation** : elle n'existe que pour apporter son soutien à cette mission ; elle n'est pas une fin en elle-même, ne choisit pas ses dossiers et ne dirige rien, elle exécute ce que lui demandent les enquêteurs.

1.3. Les principes de la police scientifique

L'INPS suit toujours les principes de l'école d'Edmond Locard (*Figure 1*), père fondateur de la police scientifique et du premier laboratoire spécialisé en 1910, qui a su, voici cent ans, conceptualiser ce qu'est la police scientifique.

1.3.1. Le principe de l'échange

Lorsque vous allez et agissez quelque part, vous laissez des traces de votre passage : des empreintes de pas, des éléments biologiques, des traces papillaires (empreintes digitales ou palmaires), un bout de fil qui va tomber, un capuchon de stylo qui va choir... Et vous repartez emportant avec vous des traces des lieux ou de la personne au contact desquels vous vous êtes trouvé : de l'ADN, des cheveux (ou poils), des fibres, des morceaux de verre, de la terre... C'est le **principe de l'échange** qui est au cœur de la police scientifique, laquelle recherche les traces de ces échanges et les analyse pour montrer qu'il y a eu un contact. À charge pour l'enquêteur et le juge d'en tirer les conséquences. Dans

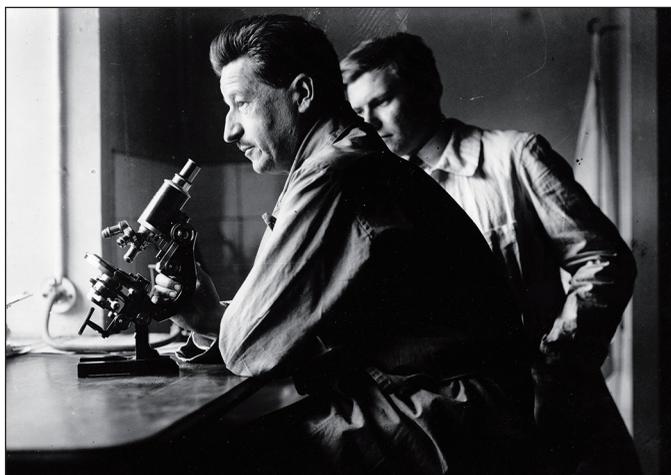


Figure 1

Edmond Locard, père fondateur du premier laboratoire de police scientifique.

bien des séries télévisées, y compris *Les Experts*, on parle fréquemment de ce principe d'échange de Locard, universellement prôné.

1.3.2. Le principe du croisement des sciences

Le second principe est celui du **croisement des sciences**, qui, pour Edmond Locard, mène à la vérité et consiste à utiliser toutes les techniques contemporaines disponibles. Avec cent ans de moins, Locard serait sûrement aujourd'hui un adepte du numérique car c'était un homme tourné vers l'avenir et l'utilisation de toutes les opportunités offertes par la science.

1.3.3. Une structure adaptée : l'INPS

Enfin, Edmond Locard avait compris que pour appliquer ces concepts, il fallait disposer d'une structure adaptée, un laboratoire. C'est ainsi qu'il créa, en 1910 à Lyon, le premier laboratoire de police scientifique, avec quatre

ou cinq personnes, un bec Bunsen et un microscope, dans les combles du palais de Justice. L'**INPS** en est l'héritier.

2 L'Institut National de Police Scientifique (INPS)

2.1. Enquête et police scientifique

Avant de parler de l'INPS et de son utilisation de la chimie, il convient de percevoir comment, très schématiquement, s'organisent l'enquête et la police scientifique en France. (**Figure 2**) :

- les **services enquêteurs** recueillent les traces **sur le terrain** et réalisent les exploitations les plus simples, par exemple les recherches de traces papillaires par des méthodes relativement classiques. Il existe trois grandes « institutions » d'enquêteurs en France : la Direction Générale de la Gendarmerie Nationale (**DGGN**), la Direction Générale

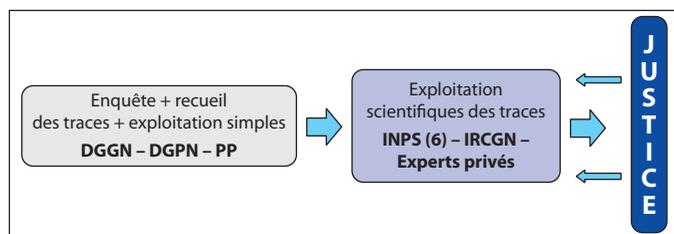


Figure 2

Les étapes de l'enquête.

de la Police Nationale (**DGPN**) et la Préfecture de Police (**PP**), qui couvre avec une certaine autonomie Paris et les trois départements de la petite couronne ;

– **l'exploitation scientifique des traces** : si les services enquêteurs réalisent un certain niveau d'analyses, il faut parfois passer à un second niveau d'exploitation scientifique. C'est là qu'interviennent les laboratoires plus spécialisés en criminalistique avec, dans le service public, deux entités : l'INPS avec ses six laboratoires, et l'Institut de Recherche Criminelle de la Gendarmerie Nationale (**IRCGN**) de Rosny-sous-Bois (voir le *Chapitre de P. Touron* dans *Chimie et expertise*, EDP Sciences, 2014).

Ce niveau est le seul domaine de l'activité régalienne de sécurité qui ne soit pas exclusivement réservé au pouvoir étatique, et des experts privés interviennent également tous les jours dans le domaine de la criminalistique ;

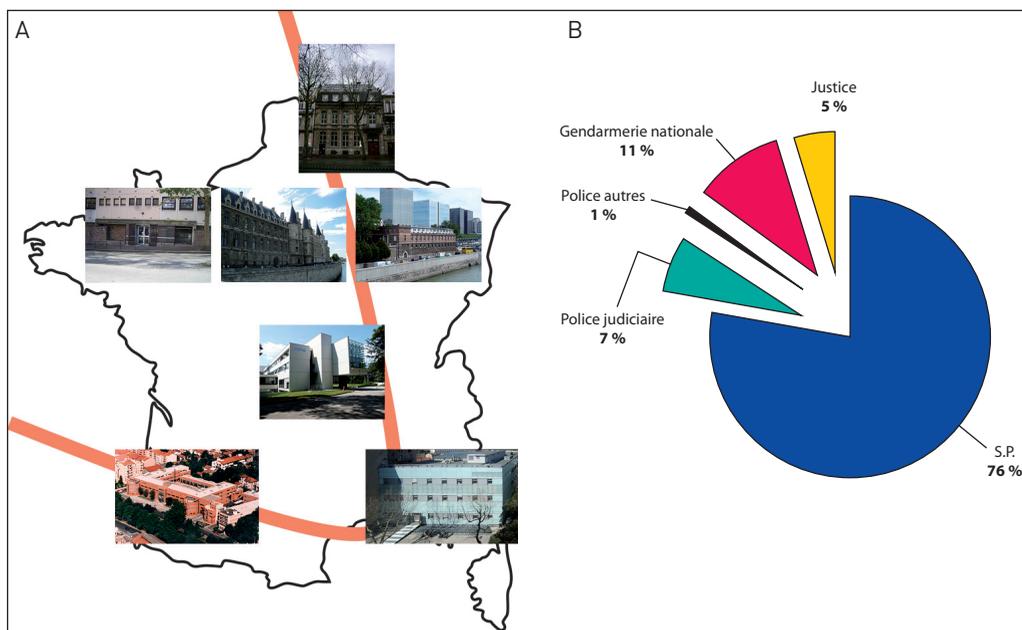
– **l'enquête et la justice** : services enquêteurs et laboratoires travaillent tous pour éclairer la justice, c'est-à-dire les magistrats qui sont destinataires de tous les documents d'analyse ou d'expertise. Ces magistrats peuvent également saisir directement des laboratoires et des experts pour obte-

nir un nouvel éclairage dans certains dossiers, mais c'est une situation moins fréquente. Il s'agit alors d'*ordonnances de commissions d'experts* qui viennent de juges d'instruction, ou parfois de réquisitions du procureur de la République.

2.2. L'intervention de l'INPS : une expertise nationale en réseau de proximité

L'INPS est un établissement public administratif (EPA) sous tutelle du ministre de l'Intérieur créé par la loi sur la sécurité quotidienne de novembre 2001 et actif depuis 2005. C'est une institution implantée dans les cinq plus grands bassins de criminalité et qui regroupe six laboratoires : Lille, Paris (pour deux laboratoires), Lyon (le berceau d'origine), Marseille et Toulouse (*Figure 3A*).

Sa mission et ses compétences sont nationales, mais les six implantations ont le mérite d'une offre de semi-proximité à travers la France. L'INPS emploie 750 agents dont 154 sont habilités à réaliser des missions particulièrement spécialisées ; ce sont généralement des ingénieurs, qui ont tous un niveau de formation, de diplôme, d'ancienneté et d'expérience leur permettant d'être les signataires au nom de la personne morale INPS, elle-même expert agréé par la Cour de Cassation. L'INPS travaille pour tous les demandeurs, qui sont majoritairement les services de police, pour 84 %, (*Figure 3B*), mais également pour 5 % des ordonnances de commission d'experts, donc



de réquisitions de parquet, et pour 11 % des sollicitations par des réquisitions de la gendarmerie, en particulier dans la moitié sud de la France où les implantations toulousaine et lyonnaise sont très sollicitées par les groupements de gendarmerie locaux.

2.3. Les différents domaines de la criminalistique

L'INPS est sollicité de plus en plus, pour des réponses toujours plus rapides et dans de très nombreux domaines de compétences (Figure 4, de gauche à droite et de haut en bas) :

– les **incendies-explosions** : avec intervention sur place pour comprendre d'où est parti le sinistre et trouver les substances accélératrices (voir les **Chapitres de F. Fontaine** et

P. Charrue/B. Vanlerberghe dans *Chimie et expertise*, EDP Sciences, 2014) ;

– la **balistique lésionnelle**, comme sur la **Figure 4** où l'on peut voir une nuque qui a subi quelques atteintes préjudiciables à la santé ;

– l'**analyse des traces de pneus, de pas ou d'outils**, et tout ce que l'on peut faire avec des systèmes de moulage, de photos, de mesures, etc. ;

– la **balistique/munitions** : étude des munitions, des stigmates laissés par les percutateurs, les extracteurs, les rayures et autres, afin d'établir des liens avec les armes appréhendées ;

– les **billets**, qui ne sont pas que de l'argent, mais aussi le support de traces d'encres de maculage laissées par des valises sécurisées ou des distributeurs de billets. Les

Figure 3

A) Les six laboratoires de l'INPS en France ; B) répartition des demandes d'analyses de l'INPS.

de nombreux éléments pour déterminer la réalité ou non d'une fabrication artisanale dangereuse, ou pour orienter l'enquête à partir de l'identification de la composition explosive utilisée (voir le **Chapitre P. Charrue/B. Vanlerberghe**, dans *Chimie et expertise*, EDP Sciences, 2014) ;

- les **scotchs, les adhésifs**, retrouvés dans les agressions à domicile, appelées en jargon policier les « saucissons », quand les victimes sont ficelées. Si, lors d'une perquisition, des rouleaux de scotch sont retrouvés chez des malfrats ou des suspects, l'étude des colles peut établir une correspondance ;

- les **cheveux** : c'est un autre angle du médico-légal et de la toxicologie. La mémoire chimique est différente selon que l'on étudie du sang, de l'urine ou des cheveux. Ces derniers ont la mémoire très longue, d'où peut-être certaines modes de tonsure !

- les **documents sécurisés** sont un axe particulier du travail exercé par les spécialistes des traces papillaires, avec des méthodes physique de révélation ;

- les **caméras de surveillance**, produisent parfois des images de mauvaise qualité lorsqu'elles sont grossies, il faut donc les retravailler ;

- les **drogues de synthèse**, avec des nouveautés chaque année, créées par des modifications de structure suffisantes pour échapper à la liste des produits prohibés ;

- les **insectes** : on peut par exemple étudier le développement des mouches sur les cadavres afin de situer le stade

de putréfaction et remonter à la date de la mort (très peu de saisines) ;

- les **aérosols** et leur contenu, que ce soit de la peinture ou du gaz ;

- les **verres**, qu'il s'agisse d'optique automobile, pour établir, comme à partir des peintures, des liens dans le cadre d'accidents graves ou de délits de fuite, ou encore les vols au véhicule bélier quand une vitrine est enfoncée.

2.4. L'évolution des domaines d'enquêtes

La sphère de compétence de la police scientifique dépasse aujourd'hui largement celle de la police criminelle. En 2013, l'INPS a traité 78 000 réquisitions ou ordonnances de commissions d'experts pour analyser les traces récupérées sur des scènes d'infraction (**Figure 5**), dont la grande majorité (80 %) concernait des délits.

Il y a en France une généralisation du recours à la police scientifique. La courbe ascendante des saisines dans les laboratoires commence en 2005 (**Figure 5**), ce qui démontre une pratique débordant largement l'évolution de la criminalité qui, en France, n'a heureusement pas eu une ascension aussi fulgurante. La « vulgarisation » de la police scientifique est due au gros bloc bleu de la **Figure 6 : l'analyse des traces ADN, base de cette énorme évolution quantitative**.

Le reste demeure cependant important comme par exemple la toxicologie, qui, avec 11 000 dossiers, est ma-

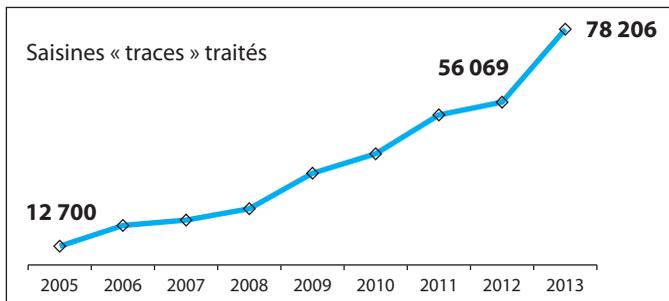


Figure 5

Évolution du nombre de saisines depuis 2005 : les actions de la police scientifique font intervenir toujours plus de chimie au service de la sécurité.

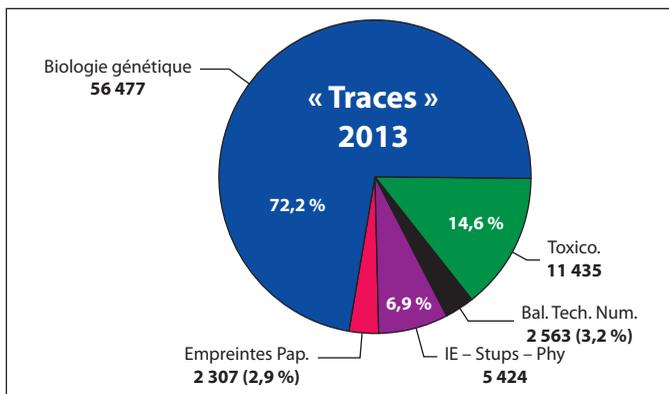


Figure 6

La part de l'analyse des traces « biologiques » dans les enquêtes criminalistiques en 2013 est largement majoritaire.

oritairement liée à la sécurité routière pour les recherches non pas d'alcool – car elles se font plutôt dans les services de police et les unités de gendarmerie par l'analyse de l'air expiré à l'aide d'un éthylomètre étalonné –, mais plutôt de psychotropes, pour lesquelles il faut toujours, s'agissant d'une confirmation dans la matrice sanguine, passer à des analyses en laboratoire.

La croissance des autres domaines est moindre mais réelle. La balistique augmente particulièrement, passant de 1 500 dossiers annuels dans la première décennie du siècle à 2 300 aujourd'hui.

3 Les méthodes criminalistiques

3.1. L'analyse génétique

La génétique prend une place écrasante et exige des accréditations (la biologie est accréditée à 100 % à l'INPS), ainsi que des investissements en matériel : trois à cinq plateformes robotiques et deux à six séquenceurs ADN³ dans chaque laboratoire (Figure 7). Alors que l'exploitation criminalistique de l'ADN était encore ignorée il y a un quart de siècle, la cadence des analyses ADN est maintenant devenue industrielle. En 2013, 25 600 profils génétiques de suspects ont pu être déterminés dans les plus de 56 000 dossiers traités, et ont été transmis au fichier national dédié, pour essayer d'identifier les malfaiteurs. Ces 25 600 profils représentent en fait 188 000 prélèvements génétiques analysés (Figure 8). La police scientifique est devenue une industrie lourde d'expertises.

La montée en puissance de l'ADN ne concerne pas que l'analyse des traces relevées, mais aussi l'alimenta-

3. Un séquenceur ADN est un appareil permettant de déterminer en routine et de manière automatique l'ordre des bases nucléiques d'un échantillon d'ADN.



Figure 7

La génétique prend une place écrasante dans les analyses des laboratoires de police scientifique, qui disposent de plateformes robotiques et séquenceurs ADN.

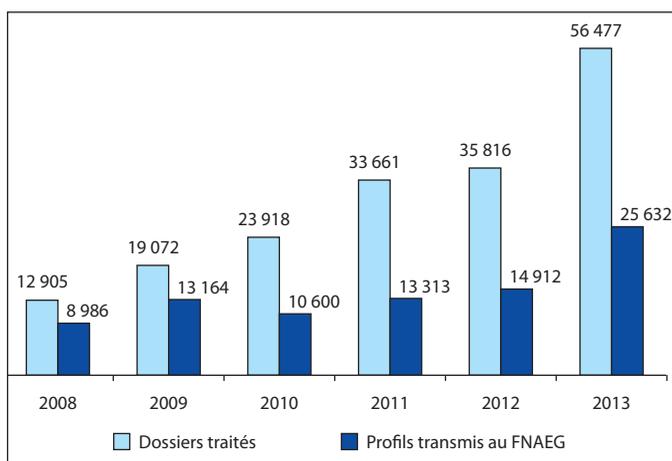


Figure 8

Évolution du nombre de génotypes traités et transmis au fichier national depuis 2008 par l'INPS à partir des analyses faites sur des suspects.

tion d'un fichier national, le Fichier National Automatisé des Empreintes Génétiques (FNAEG), avec le génotypage de « personnes mises en cause » ou de condamnés. En 2013, près de 212 000 profils génétiques « individus » ont été établis à cette fin par le seul INPS (Figure 9).

3.2. L'analyse physico-chimique

Hors ADN, 17 000 dossiers ont été traités dans les disciplines plus traditionnelles, liées directement aux analyses physico-chimiques, précédemment évoquées (billets, incendies/explosions, stupéfiants, encres...) (Figure 10).