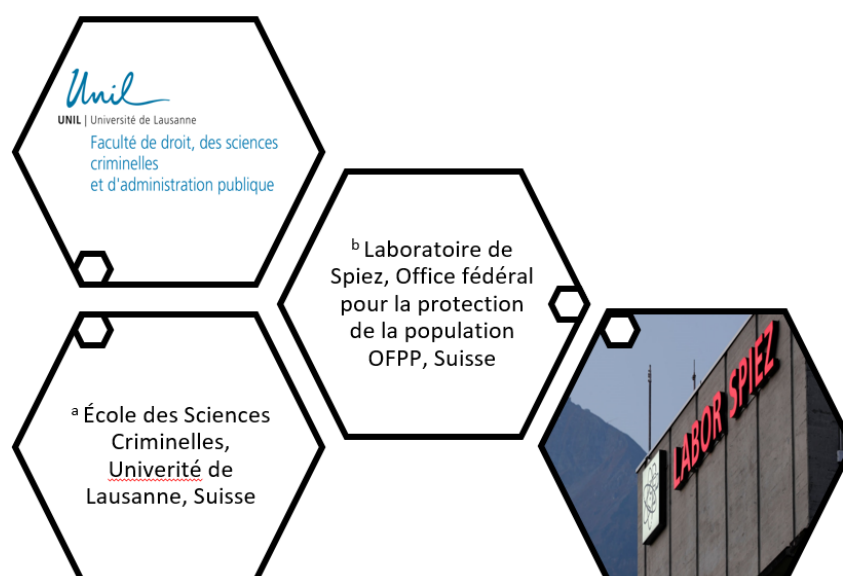


Investigations forensiques lors d'incidents atomiques, biologiques et chimiques en Suisse: Contexte et réflexions préliminaires

Kummer Natalie^a✉

César Metzger^b

✉ nataliekummer@bluewin.ch



Résumé Au cours des dix dernières années, le domaine de l'investigation forensique d'incidents impliquant des agents atomiques, biologiques ou chimiques (ABC) a gagné en importance. Néanmoins, les domaines de la protection ABC et de la science forensique restent souvent bien distincts. Sachant que les compétences nécessaires pour d'une part gérer les incidents ABC et d'autre part mener à bien des investigations forensiques sont d'ores et déjà disponibles en Suisse, les auteurs sont convaincus qu'une mise en commun de ces deux disciplines est la clef pour mener à bien une investigation forensique d'incidents impliquant des agents ABC. A cet effet, le présent manuscrit se propose premièrement de résumer les deux domaines concernés, à savoir; la gestion d'incidents engageant des agents ABC (section 2) et l'investigation forensique (section 3). Une brève présentation des tendances européennes concernant l'investigation forensique d'incidents ABC sera fournie dans la section 4. Toutes ces informations serviront de base à la discussion concernant les points importants à considérer pour mettre en place une procédure d'investigation d'incidents impliquant des agents du type ABC en Suisse.

Mots-clés incidents ABC ; investigation de scène de crime ; science forensique

Contenu

1	<i>Introduction</i>	4
2.	<i>La protection et les interventions ABC en Suisse</i>	7
2.1.	Organisation/acteurs	7
2.2.	Détection et analyse de risque	9
2.3.	Evacuation des victimes, prélèvements et décontamination	11
2.4.	Laboratoire fédéral pour l'analyse des agents ABC	12
3.	<i>L'investigation forensique en Suisse</i>	13
3.1.	L'investigation sur les lieux	14
3.2.	Les traces digitales	14
3.3.	Les traces biologiques	16
3.4.	Les traces numériques	18
4.	<i>L'investigation forensique d'incidents ABC en Europe</i>	18
5.	<i>Discussion</i>	20
6.	<i>Conclusion</i>	24
	<i>References</i>	26

1 Introduction

Un incident est qualifié d'accident atomique, biologique ou chimique (ABC) dès lors qu'une substance ou qu'un agent atomique (nucléaire ou radiologique), biologique ou chimique n'est plus maîtrisé et se retrouve libéré dans l'environnement. L'acronyme NRBC est également utilisé pour parler des agents nucléaires, radiologiques, biologiques et chimiques. Il est équivalent à l'acronyme ABC qui reste l'acronyme fédéral officiel en Suisse. Les termes radiologique ou nucléaire, selon le type de matériel respectivement de menace en question, sont actuellement préférés au terme atomique.

On parlera de crime, d'attentat ou d'action militaire ABC lorsqu'une telle substance est employée à dessein et à des fins néfastes ou potentiellement destructeurs (dessein d'induire morbidité ou mortalité à une ou plusieurs cibles humaines et/ou animales ou de créer des dommages à toute autre cible) par des criminels, des terroristes ou des forces armées. Par "autre cible", il faut comprendre toute cible non-humaine et non-animale sur laquelle l'emploi d'agents ABC peut induire un dommage direct ou indirect au propriétaire de celle-ci ou à la société¹.

Divers agents ABC ont été utilisés tant par des états (comme armes de destruction massive dans certains conflits armés) que par des groupes ou acteurs isolés. La base de données "Global Terrorism Database" qui recense les incidents terroristes relatés par les sources d'informations ouvertes depuis 1970 [1], contient à ce jour 433 incidents faisant usage d'agents chimiques (n=383), biologiques (n=36) et atomiques (n=14).

Près d'un tiers des incidents (n=137) recensés depuis 1970 ont eu lieu ces douze dernières années dans des zones de conflits (Afghanistan, Irak et Syrie) malgré les traités et conventions internationales visant à limiter ou interdire l'utilisation de ces agents à des fins criminelles, terroristes ou militaires. Depuis 1972 la convention sur l'interdiction de la mise au point, de la fabrication et du stockage des armes bactériologiques (biologiques) ou à toxines et sur leur destruction est

¹ L'emploi d'agents ABC dans le cadre d'actions agro-terroristes, dont le but recherché n'est pas nécessairement une morbidité ou mortalité des consommateurs de produits de l'agriculture, mais plutôt une destruction des récoltes engendrant un dommage économique comme moyen de pression psychologique, en est un bon exemple. Entraver l'accès à une zone géographique cible par la dissémination d'agents ABC, induisant ainsi indirectement un dommage économique par l'impossibilité d'employer les infrastructures affectées (par exemple interdiction d'accès au moyen d'une contamination durable du centre économique d'une métropole d'importance internationale) en est un autre exemple.

ouverte à signature [2]. A ce jour, la convention compte 178 états parties. La convention sur l'interdiction des armes chimiques a quant à elle été ouverte à la signature en 1993 et compte à ce jour 193 états membres [3]. Concernant les armes atomiques, le traité sur la non-prolifération des armes nucléaires fut conclu en 1968 et compte à ce jour 191 états parties [4]. Ces trois conventions ne jouissent toutefois pas toutes du même succès en terme de mise en œuvre [5]. Alors que la convention sur l'interdiction des armes chimiques semble largement appliquée par ses états signataires, la situation des deux autres conventions paraît plus mitigée. Afin de renforcer le traité sur la non-prolifération des armes nucléaires et avec l'objectif d'interdire l'utilisation d'armes nucléaires, le traité sur l'interdiction des armes nucléaires a été adopté en 2017 lors d'une conférence de l'ONU [6]. Comme seulement 20 des 70 pays signataires ont à ce jour ratifié le traité, ce dernier n'est pas encore entré en force [7].

En dehors des zones de conflits armés, les agents ABC ont également été utilisés par des groupes ou acteurs isolés. En 1979, Georgi Markov, employé de la BBC en Angleterre et réfugié politique bulgare, est assassiné au moyen d'une balle sphérique creuse de 0.5 mm de diamètre contenant quelques microlitres de toxine ricinique [8]. En 1984, la diffusion volontaire d'un agent biologique (Salmonelles) dans un restaurant de la ville américaine de Dalles (Oregon) a induit l'intoxication alimentaire de 750 personnes [1,9]. Dans les années 90, la secte japonaise Aum Shinrikyō a produit et utilisé, avec des degrés de réussite variables, divers agents biologiques et chimiques, au Japon et en Australie [10]. L'acte le plus connu de ce groupe fut sans doute la libération intentionnelle de gaz sarin, dans les rames du métro de Tokyo en 1995, dont le bilan fit état de 12 morts et de plus de 5500 personnes affectées [1,11]. En 2001, aux USA, 18 personnes furent infectées, dont cinq mortellement, par le bacille du charbon *Bacillus anthracis* disséminé sous forme de poudre dans des lettres [1]. En 2006, Alexandre Litvinenko, un ex-membre du KGB, meurt dans un hôpital londonien suite à un empoisonnement au polonium 210 [12]. En 2011, les autorités Moldaves arrêtèrent un trafiquant de matériel nucléaire et saisissaient quelques grammes d'uranium hautement enrichi volé [13]. En 2013 à Ede aux Pays-Bas, la police et les pompiers découvrent dans l'appartement et la cave d'un professeur de chimie à la retraite de nombreux produits chimiques dont du gaz sarin [14]. En Août 2017, deux groupes sans lien connu, furent interpellés en Indonésie et en Australie. Durant les perquisitions de leurs locaux respectifs, du matériel et des instructions pour la conception de « bombes sales » (engins explosifs ayant pour but la dissémination d'agents A, B ou C), radioactif et chimique, respectivement, furent découverts par les enquêteurs [15,16]. Bien que les premiers éléments de l'enquête ne permettent pas de conclure si ces groupes auraient été techniquement aptes à mener à bien leurs

desseins, la présence d'instructions et du matériel tendent à démontrer que leur intention était concrète. Finalement, la ricine trouvée dans un appartement à Cologne [17] ainsi que la tentative de meurtre de l'ex-espion russe Sergueï Skripal et de sa fille au Novitchok à Salisbury [18] représentent certainement les exemples les plus récents.

Ces exemples montrent que le risque d'incidents (volontaires ou accidentels) engageant des agents ABC, bien que jusqu'à présent considéré comme faible, existe bel et bien. En raison des dangers liés à la présence sur les lieux (et sur les pièces à conviction saisies) de substances ABC, l'investigation forensique de ce type de cas requiert des procédures, des règles de comportement et du matériel spécifique ainsi que la mise en œuvre de moyens de protection des intervenants. De plus, l'implication d'un grand nombre de services (p.ex. pompier, police, protection civile, armée) et de spécialistes (p.ex. experts en agents ABC, criminalistes, généticiens, médecins légistes) peut rapidement rendre les opérations complexes, surtout si une procédure globale n'a pas été envisagée et entraînée au préalable avec l'ensemble des intervenants.

Le présent article propose donc d'initier la réflexion sur la problématique de l'investigation des incidents ABC en Suisse. Les compétences nécessaires pour d'une part gérer ce type incidents et d'autre part mener à bien des investigations forensiques étant d'ores et déjà disponibles, les auteurs sont convaincus qu'une mise en commun de ces deux spécialités pourrait générer des solutions pragmatiques pour mener à bien une telle investigation forensique. Les sections 2 et 3 de ce manuscrit présentent ces deux spécialités dans leur contexte traditionnel. Une synthèse des tendances européennes concernant l'investigation forensique d'incidents ABC est également présentée (section 4). Toutes ces informations serviront de base à la discussion concernant les stratégies d'investigations forensiques lors d'incidents ABC en Suisse.

2. La protection et les interventions ABC en Suisse

2.1. Organisation/acteurs

La protection ABC comprend l'ensemble des mesures de prévention, de détection et de gestion d'incidents ABC accidentels ou volontaires ainsi que la protection contre la contamination et les infections, la décontamination et le traitement médical [19]. La protection ABC est un domaine 'transversal' concernant au minimum les parties suivantes:

- i. les acteurs de la protection de la population (police, sapeurs-pompiers, santé, services techniques, protection civile);
- ii. l'armée et le groupe d'intervention spécialisé EEVBS²;
- iii. les services environnementaux, les services de santé publique, les services vétérinaires;
- iv. les réseaux d'experts des domaines A, B et C;
- v. les laboratoires spécialisés cantonaux, fédéraux et universitaires;

De plus la protection ABC comprend des activités et acteurs à tous les niveaux de gestion et de prise de décision tactique, opérationnelle et stratégique.

A l'échelon cantonal, lors d'événements localisés, les sapeurs-pompiers, la police, les organes de conduite locaux, les laboratoires cantonaux et les services de l'environnement sont les principaux intervenants. Les sapeurs-pompiers sont en principe les premiers à intervenir sur les lieux [20]. La plate-forme intercantonale de coordination ABC (PCABC), qui regroupe les responsables ABC de tous les cantons, permet entre autre de coordonner les efforts de préparation de la protection ABC au niveau cantonal, d'assurer une répartition judicieuse des moyens d'intervention spécialisés disponibles en Suisse et de coordonner la collaboration entre les différents partenaires de la protection ABC [21].

En raison de leurs effets pouvant couvrir de grandes distances géographiques (p.ex. retombées radioactives, épidémies) et d'autre part en raison de législations internationales et des accords internationaux (p.ex. Convention sur l'Interdiction des Armes Chimiques [3]), il est fort probable qu'un événement ABC local nécessite une collaboration aux niveaux régional, national, voire même international. Lorsqu'il y a présence de substances non-industrielles (p.ex. toxiques de combats, agents biologiques des catégories de risque biologique les

² De l'allemand *Einsatz-Équipe des VBS* qui correspond en français à l'équipe d'intervention du DDPS (Département fédéral pour la défense, la protection de la population et les sports).

plus élevées (P3 ou P4³) ou sources radioactives au débit de dose élevée) la collaboration des autorités et des services d'interventions locaux, régionaux et fédéraux est nécessaire. Les principaux acteurs concernés au niveau fédéral sont la centrale nationale d'alarme (CENAL), le groupe d'intervention spécialisé EEVBS, le Laboratoire Spiez, le centre de compétences NBC-DEMUNEX de l'armée ainsi que ses troupes NBC, ainsi que l'office fédéral de la santé publique (OFSP) [20]. Dans les cas d'une dissémination de radioactivité, le service fédéral de piquet de l'Institut Paul Scherrer (PSI) ou de l'Institut universitaire de radiophysique appliquée (IRA) ainsi les Réseaux de sondes R [23] peuvent être engagés.

Une situation d'importance en terme de protection de la population est définie par un incident ayant le potentiel de prendre ou ayant déjà des ampleurs catastrophiques (p.ex. plusieurs cantons sont touchés, les moyens régionaux ne suffisent pas) [24]. Dans ce cas, la communication et les échanges d'information seront gérés par la CENAL [20]. Celle-ci informera et soutiendra l'état-major fédéral de Protection de la population (EMF PP) en fournissant l'appréciation de la situation [25,26]. L'EMF PP coordonnera les efforts de gestion de crise tels que la coordination des moyens au niveau national et la recherche de moyens supplémentaires auprès de l'économie privée ou d'autres pays. Cet Etat-major comprend les directeurs de tous les offices fédéraux utiles à la gestion de crise, de l'armée ainsi que des représentants des cantons. Il permet une mise en commun des moyens, des processus décisionnels accélérés, la formulation simplifiée de demandes exceptionnelles au conseil fédéral et une communication accélérée dans le but d'une gestion de la crise efficace et coordonnée [25].

En raison de la complexité de la menace ABC, le conseil fédéral a institué une commission extraparlamentaire d'experts pour la protection ABC. La Commission fédérale pour la protection ABC (ComABC) est à l'échelon national chargée de soutenir la préparation à moyen et à long terme en Suisse en cas d'événement ABC et d'examiner les documents et concepts élaborés à cette fin. [27]. De plus la ComABC prend position sur les projets de lois ou ordonnances ayant un lien avec la protection ABC. Le conseil fédéral lui a également donné la mission d'actualiser périodiquement, lorsqu'elle l'estime nécessaire, la stratégie nationale de protection ABC.

³ Selon la classification de l'organisation mondiale de la santé [22].

2.2. Détection et analyse de risque

L'emploi de substances ABC à des fins néfastes, ou leur présence lors d'incidents industriels ou de transports, transforme fondamentalement la nature de l'évènement et la réponse à y donner. Ces substances présentent des dangers particuliers inhérents à leurs propriétés physico-chimiques ou biologiques (infection), qui requièrent des mesures particulières de protection de la population (p.ex. évacuation) et des intervenants (p.ex. port d'un équipement de protection ABC individuelle). Il n'est toutefois pas possible de fixer des mesures uniques adaptées à tous les agents ABC, tant les propriétés de ces derniers peuvent varier (cf. Table 1). Ainsi, il est essentiel de pouvoir garantir une bonne analyse de risque basée sur un maximum d'informations scientifiques et cela au plus tôt après l'incident. Pour ce faire, l'emploi et l'interprétation corrects par des spécialistes de moyens de détection et, dans la mesure du possible, l'estimation de la quantité (étendue de la contamination) de l'agent ou des agents ABC présent(s) jouent un rôle central. La détection et la quantification de substances radioactives, nucléaires ou chimiques sont généralement possible sur le terrain, alors que la détection de substances ou d'agents biologiques nécessitent une analyse en laboratoire. La variabilité naturelle de toute population de microorganismes et le grand nombre d'organismes non-pathologiques structurellement ou génétiquement proches d'organismes pathologiques limitent la robustesse d'appareils de détection mobiles pour une analyse sur le terrain. Les techniques de détection sur site actuellement disponibles sur le marché présentent tous un risque non négligeable de faux positifs et de faux négatifs, rendant l'interprétation des résultats obtenus difficiles et la prise de décision basée sur ces résultats uniquement risquée. A ce jour, seule des analyses complémentaires en laboratoire permettent l'identification des agents biologiques présents.

Type d'agents	Durabilité dans l'environnement	Risques de contamination secondaire	Temps d'incubation/de latence avant premiers symptômes lors d'une exposition aiguë	Exemples
Atomique –substances radioactives	Heures à années	Sources fermées: non Sources ouvertes: oui	Minutes à heures (selon la dose)	Polonium 210, Césium 137, Strontium 90
Biologique – microorganismes	Minutes à années	Oui	Jours à semaines	Variole, Ebola, Anthrax, Tularémie
Biologique – toxines	Minutes	Oui	Secondes à minutes	Ricine, toxine botulique, saxitoxine
Chimique	Minutes à jours	Oui	Secondes à minutes	Sarin, VX, Ypérite

Table 1 : Quelques propriétés des agents ABC d'importance pour la sécurité: indication de la durabilité dans l'environnement, risques de contamination secondaire, temps d'incubation/de latence avant premiers symptômes lors d'une exposition aiguë et quelques exemples d'agents atomiques, biologiques et chimiques.

Au final, la procédure pour l'établissement de la menace dépend du type d'agent en présence et de l'état des technologies de détection à disposition. L'analyse globale de risque repose sur les mesures de détection, la description de l'incident, les symptômes des personnes affectées, les éléments d'enquête (p.ex. en cas d'actes terroristes, le contenu des téléphones portables ou les recherches internet effectuées par les suspects) voire même sur la situation géopolitique (par exemple si l'incident a eu lieu dans ou près d'un emplacement politiquement symbolique). L'observation attentive des conséquences de l'évènement, à travers des observations environnementales directes ou rapportées par des témoins ou victimes (p.ex. nuage coloré visible peu avant l'apparition de premiers symptômes, proximité de marchandises toxiques, etc.) ainsi que par l'anamnèse des personnes exposées (effectuée par les médecins urgentistes au poste sanitaire collecteur de blessés ou dans les services d'urgences des hôpitaux), informent également sur les types d'agents incriminés.

2.3. Evacuation des victimes, prélèvements et décontamination

Une fois l'évènement ABC reconnu, des distances de sécurité sont définies. Selon le danger, les populations avoisinantes sont évacuées. Des équipes d'intervention (sapeurs-pompiers) munies d'équipements de protection individuelle adaptés au danger estimé pénètrent dans la zone contaminée, appelée aussi hot zone, zone rouge ou zone de danger, pour s'occuper des victimes. Les victimes, une fois déshabillées, seront décontaminées. La décontamination des personnes, ainsi que dans la mesure du possible de leurs effets personnels non jetables (p.ex. montres et bijoux de valeurs) se fait obligatoirement via un dispositif de décontamination mis en place au bord de la zone contaminée. Les objets ne pouvant pas être décontaminés seront éliminés. Les victimes peuvent être ensuite emmenées au poste sanitaire collecteur de blessés situé hors de la zone rouge ou transportées dans un hôpital [28]. Cette première décontamination sur place est considérée comme « grossière » et nécessite une seconde décontamination dite « fine » lors de l'arrivée des victimes à l'hôpital [29]. Ainsi, plusieurs hôpitaux en Suisse ont été équipés d'un dispositif de décontamination [29]. Une fois les victimes évacuées, le lieu de l'évènement doit être lui aussi décontaminé.

Afin de minimiser le danger et pour éviter la dissémination des agents ABC vers d'autres zones (contamination secondaires), la décontamination du site débutera au plus vite. De plus, tout matériel ayant été utilisé dans la zone contaminée (p.ex. appareils photos, lampes, appareils analytiques, etc...) sera soit décontaminé, soit détruit. Les méthodes de décontamination consistent en la lyse de protéines des

agents B et en la dégradation chimique (par catalyse) des agents C. Les agents A ne pouvant pas être rendus inertes, ils sont simplement retirés par lavages successifs avec de l'eau ou des solutions savonneuses, collectés puis confinés.

Le prélèvement d'agents ABC ainsi que la collecte dans la zone contaminée de tout autre éléments sont effectués selon une procédure spécifique. L'emballage consiste en trois couches successives, résistantes, étanches et certifiées pour le transport des substances concernées. L'extérieur de chaque couche sera décontaminé. Lorsque cela est possible, un contrôle d'efficacité de la décontamination et de l'étanchéité des emballages par l'emploi de détecteurs mobiles sera effectué. Le transport des échantillons devra respecter l'ordonnance relative au transport des marchandises dangereuses par route ADR/SDR [30]. Cela nécessite notamment un étiquetage adéquat, l'établissement de documents de transport ainsi qu'un certain nombre de précautions par rapport au véhicule et à son chauffeur (équipements de sécurité, formation du chauffeur).

Une contamination chimique nécessitera un ajout de charbon actif dans le conteneur secondaire (2ème couche) afin d'absorber tout liquide ou gaz s'échappant du conteneur primaire (1er couche). Dans le cas d'agents biologiques en suspension dans un liquide, l'ajout d'une mousse hautement absorbante sera nécessaire. Si des traces ou objets contaminés avec des particules radioactives devaient être sortis de la zone contaminée et transportés en laboratoire ou stockés, la radioactivité devra être mesurée lors du transport et/ou au lieu de stockage afin d'éviter une dose trop élevée suite à une accumulation.

2.4. Laboratoire fédéral pour l'analyse des agents ABC

En Suisse, le Laboratoire Spiez est l'institut fédéral de protection ABC. La détection et l'identification d'agents ABC font partie de sa mission, tout comme la protection contre les effets de ces agents, leur neutralisation ainsi que la décontamination. La section de Chimie Nucléaire permet de connaître la nature précise et la concentration des substances radioactives présentes dans l'environnement, dans les denrées alimentaires et dans d'autres matrices. La section de biologie se focalise sur l'analyse et le diagnostic d'agents pathogènes et de toxines virulents. L'identification et la quantification des agents de combat chimiques et de composés apparentés fait partie des nombreuses tâches qui incombent à la section de Chimie. En plus d'analyser les agents même, ces trois sections ont les compétences nécessaires pour traiter des échantillons environnementaux, alimentaires et toxicologiques.

Le Laboratoire Spiez regroupe outre les sections de Chimie Nucléaire (A), de Biologie (B) et de Chimie (C), une division dédiée aux moyens de protection adéquats en présence d'agents ABC. Pour ce faire, cette division documente, teste et analyse les systèmes et matériels de protection ABC individuels et collectifs.

3. L'investigation forensique en Suisse

La science forensique peut être définie comme une discipline qui "applique une démarche scientifique et des méthodes techniques dans l'étude des traces qui prennent leur origine dans une activité criminelle, ou litigieuse en matière civile, réglementaire ou administrative. Elle aide la justice à se déterminer sur les causes et les circonstances de cette activité." [31]. La science forensique est composée de différents domaines, tels que (et pour n'en citer que certains) l'investigation de scène de crime, la dactyloscopie, la génétique forensique, ainsi que l'investigation et l'identification numériques. Bien que spécifiques, tous ces domaines ont en commun le fait d'exploiter les traces laissées par une activité donnée, et cela dans le but de reconstruire ce qui s'est passé en essayant de répondre à des questions du type qui, quoi, où, avec quel moyen, quand et comment? La détection des traces peut se faire soit directement sur les lieux (par exemple la révélation de traces digitales par saupoudrage) soit ultérieurement en laboratoire sur des objets collectés sur les lieux (par exemple la révélation de traces digitales sur un verre par une fumigation aux vapeurs de colle).

Les traces sont exploitées soit pour déterminer leur source (c'est-à-dire la personne ou l'objet à leur origine) soit pour apporter des informations sur le déroulement de l'événement [32]. Les traces utilisées dans le contexte de l'enquête vont acquérir une signification propre à chaque cas et deviendront ainsi des indices. Les traces retrouvées sur les lieux ou révélées au laboratoire ne peuvent devenir des indices (et par la suite des moyens de preuve au tribunal) que si la continuité de la preuve est assurée. L'ensemble de l'historique de la trace doit impérativement être documenté, de son prélèvement (ou de sa révélation) à sa présentation devant le tribunal. Pour assurer que les traces ne soient pas détériorées, modifiées, détruites, confondues ou perdues, les traces révélées et les objets collectés doivent être 1) conditionnés séparément et dans des emballages adéquats, 2) étiquetés avec un numéro d'identification unique 3) conservés ou transférés dans des conditions optimales. De plus toutes les manipulations les concernant sur la scène de crime ainsi qu'au laboratoire (p.ex. date d'ouverture du scellé, analyses effectuées, indication des personnes ayant été en contact, durée et condition de stockage), doivent être documentées.

La trace peut aussi être une source d'information opérationnelle (utile pour les enquêteurs) et un vecteur de renseignement (pour mieux comprendre les formes de criminalité, et pour informer les partenaires quant à la possible augmentation d'une menace spécifique) [33].

3.1. L'investigation sur les lieux

Cette première étape de l'investigation forensique, qui se doit d'être systématique, scientifique et légal, a pour objectif principal la sauvegarde, la recherche et le prélèvement des traces et des objets pertinents, mais également la fixation de l'état des lieux en utilisant des techniques tel que la prise de notes, la prise de photographies, de vidéos et/ou de scan en 3D [34]. L'investigation d'une scène de crime peut durer longtemps (plusieurs heures à plusieurs jours) et nécessite l'apport sur site de matériels spécifiques (appareil photographique, pinceau, poudre, lampes, etc...). De plus, une observation minutieuse et une certaine dextérité de la part des intervenants sont nécessaires, tel que lors de la révélation de traces digitales par saupoudrage ou de la recherche et le prélèvement de traces biologiques. En Suisse, ces tâches sont attribuées aux polices judiciaires cantonales (p.ex. Brigade de Police Technique et Scientifique (BPTS) à Genève ou service forensique dans le canton de Vaud).

Lors d'un incident avec des victimes, la priorité est donnée à l'assistance aux blessés et à leur évacuation. La présence sur la scène de cadavres engendre différentes tâches spécifiques, telles que la constatation de la mort par un médecin (ou médecin légiste), éventuellement complétée par l'examen externe du corps, la levée du corps et son transfert à la morgue (ou à la médecine légale), l'identification du cadavre, la documentation de la position du corps et la recherche de trace. Toutes ces opérations qui prennent place avant l'investigation de la scène de crime risquent de modifier les lieux et de potentiellement détruire des traces. En cas de catastrophe, les équipe du DVI (Disaster Victim Identification) peuvent être appelée en renfort pour l'identification des victimes [35,36].

3.2. Les traces digitales

Les empreintes digitales sont un outil d'identification de personne rapide, fiable et peu onéreux. La surface intérieure des mains est couverte de structures nommées crêtes papillaires. La position des crêtes, les unes par rapport aux autres, forme au bout des doigts un dessin général contenant des minuties (endroits où une crête se divise, s'arrête ou débute). La position de ces minuties est différente entre chaque individu (et chaque doigt d'un même individu) et reste

stable tout au long de l'existence. Lorsqu'un doigt entre en contact avec une surface, un transfert de matière s'opère en créant ainsi une trace digitale. Des crêtes sont également présentes sur les paumes des mains, et laissent lors de contact avec des surfaces des traces palmaires.

Les traces visibles sont généralement photographiées avant d'être soumises à une procédure de détection ultérieure. Les traces latentes, qui sont par définition invisibles à l'œil nu, peuvent être révélées par différentes méthodes optiques (p.ex. par imagerie ultraviolette ou hyperspectrale), physique (p.ex. par saupoudrage) ou chimique (p.ex. par réaction avec la ninhydrine, le DFO, l'indanedione et les vapeurs de cyanoacrylate) [37].

Les traces digitales et palmaires peuvent être détectées ou révélées directement lors de l'investigation de scène de crime ou par la suite au laboratoire sur des objets collectés. Les objets pouvant être collectés devraient si possible être transférés au laboratoire pour pouvoir être traités de manière optimale [37]. La technique traditionnelle pour révéler les traces digitales sur les lieux est le saupoudrage avec une fine poudre et un pinceau. Les traces ainsi détectées sont prélevées à l'aide de bandes adhésives ou de gels de prélèvement. Pour détecter sur les lieux des traces sur des supports poreux (par exemple des tapisseries ou du bois brut), d'autres techniques sont envisageables, tel que l'application d'une solution d'iode-benzoflavone, un traitement à la ninhydrine ou l'utilisation de vapeurs de cyanoacrylate. Ces techniques ont quelques désavantages par rapport au saupoudrage. La solution d'iode-benzoflavone étant instable, elle doit être préparée sur les lieux. De plus, les traces révélées doivent être rapidement photographiées, car elles disparaissent avec le temps. Le traitement à la ninhydrine nécessite un séchage à l'air qui à température ambiante nécessite 24 à 48 heures. Pour accélérer la réaction et atteindre un temps de développement d'environ 5 minutes, l'emploi d'une cabine de développement, dans laquelle la température et l'humidité relative sont contrôlées, est nécessaire. La révélation des traces digitales par des vapeurs de cyanoacrylate nécessite quant à elle, l'utilisation de système de fumigation (improvisé ou commercialement disponible).

Les traces digitales (et palmaires) révélées lors d'une investigation peuvent être comparées aux empreintes provenant d'un individu (par exemple un suspect ou une victime) ou comparées avec les empreintes enregistrées dans le système automatique d'identification des empreintes digitales AFIS [37]. Le service central AFIS est un service national exploité par l'Office fédéral de la police (Fedpol) depuis 1984 [38], qui contient à ce jour plus de 888 000 empreintes de personnes

impliquées dans une procédure judiciaire⁴ et plus de 100 000 traces relevées sur les lieux d'infractions.

Au niveau internationale [40], la coopération en matière de police, qui coordonne et facilite l'échange d'informations concernant l'identité d'une personne (photographie, empreintes digitales, données ADN, etc.), repose sur trois piliers, à savoir la coopération multilatérale par le biais d'INTERPOL, les accords bilatéraux de coopération policière conclus avec différents pays et la coopération multilatérale avec les Etats européens par le biais de l'Office européen de police (Europol) [41]. Depuis 2005, le traité de Prüm, qui vise à renforcer la coopération policière et judiciaire en matière pénale au niveau européen, permet d'échanger automatiquement des profils ADN et des empreintes digitales en vue de l'identification d'auteurs d'infractions. Pour pouvoir y participer, la Suisse doit conclure un accord avec l'Union européenne. Les négociations sont à ce jour terminées. Pour que l'accord fixé entre en vigueur, ce dernier doit encore être signé et ratifié par les deux parties [42].

3.3. Les traces biologiques

Lors de l'investigation des lieux, ou plus tard au laboratoire sur des pièces à conviction saisies, des prélèvements peuvent être effectués afin d'y rechercher des traces biologiques pouvant permettre l'établissement de profils ADN [43]. L'ADN (acide désoxyribonucléique) est une macromolécule présente dans le noyau de chaque cellule qui contient la majorité de l'information génétique codante d'un individu. La plupart des matériaux biologiques, comme le sang, les tissus, la salive, les os ou le sperme sont des sources potentielles d'ADN. De plus, les cellules que l'on peut laisser sur un objet en le touchant peuvent également permettre d'établir un profil génétique. On parle alors de trace de contact.

En Suisse, seul les laboratoires qui répondent à toutes les exigences inscrites dans l'ordonnance du département fédéral de justice et police (DFJP) sur les laboratoires d'analyse d'ADN [44] sont habilités à analyser des traces ou les échantillons de référence. Une liste des laboratoires d'analyse d'ADN reconnus par la confédération est fournie par le DFJP [45]. A ce jour, 7 laboratoires en Suisse y

⁴ Selon l'ordonnance sur le traitement des données signalétiques biométriques [39], les données signalétiques biométriques saisies 1) aux fins de l'établissement de l'identité de personnes durant la procédure préliminaire conformément au code de procédure pénale, 2) dans le cadre d'investigations visant à élucider une infraction, ou 3) par des autorités policières suisses ou étrangères dans le cadre de l'assistance administrative internationale, sont enregistrées dans AFIS.

figurent: les instituts de médecine légale d'Aarau, de Bâle, de Berne, de St-Gall, de Zurich, ainsi que le centre universitaire romand de médecine légale et le Laboratorio di Diagnostica Molecolare à Gentilino.

La question des contaminations par de l'ADN non lié au cas reste une des problématiques majeures inhérentes aux analyses génétiques⁵. Les analyses couramment utilisées sont d'une très grande sensibilité. Ces dernières étant basées sur le principe de la réplication d'une séquence d'ADN choisie (théoriquement applicable même à partir d'une seule cellule), la présence d'une contamination d'ADN d'une autre personne (p.ex. la personne qui manipule la pièce), même en quantité infime sera également amplifiée et détectée. Les sources de contamination génétique par de l'ADN non lié au cas sont multiples: présence d'une personne sur les lieux, utilisation de matériel non stérilisé ou manipulation d'autres traces dans les mêmes locaux. Lors d'investigations forensiques, les pratiques spécifiques établies ont pour but la protection de la trace. Les risques de contaminations génétiques sont minimisés par l'utilisation systématique de matériel jetable et/ou stérilisé, le port d'équipements adaptés (gants, blouse et masques stériles), le travail dans des locaux spécifiques (par exemple maintenus en surpression, interdit au public, décontaminés) et dans des hottes de laboratoire adaptées. Dans ces hottes de laboratoire, les risques de contamination externe sont minimisés en appliquant des flux d'air dirigés de l'intérieur (de la trace) vers l'extérieur de la hotte (vers l'opérateur).

Comme les séquences d'ADN analysées dans le cadre d'établissement de profils d'ADN proviennent uniquement de la partie non codante du génome, aucune caractéristique physique (à l'exception du genre) ne sont révélées. Ainsi, pour pouvoir inférer sur l'identité de la personne à l'origine du profil génétique mis en évidence à partir de prélèvements indiciaires (traces), une comparaison avec le profil génétique d'un individu est nécessaire. Le profil génétique d'une personne (par exemple un suspect ou une victime) peut être établi par l'analyse d'un prélèvement biologique, tel qu'un frottis de la muqueuse jugale (FMJ). Le prélèvement sur des personnes et l'analyse de ces échantillons peuvent être ordonnés par la police (du moins pour les prélèvements non invasifs selon l'article 255 al.2 du code de procédure pénale CPP [43]), par l'autorité d'instruction pénale ou par le tribunal pénal (Art. 7 de la loi sur les profils d'ADN [46]). Une comparaison

⁵ A ce sujet, il semble d'intérêt de préciser qu'une divergence concernant la signification de ce terme existe entre les experts ABC et les forensiciens. Dans le domaine de la protection ABC, une contamination fait référence à la présence d'un agent ABC. En science forensique, une contamination fait écho à la détection d'un profil d'ADN non lié au cas (p.ex. provenant du technicien de laboratoire) au sein d'un profil génétique mis en évidence à partir d'une trace.

avec les profils d'ADN enregistrés dans la banque de données nationale CODIS permet une recherche de similitude avec les profils génétiques, entre autre, des personnes soupçonnées d'avoir commis un crime ou délit ou d'y avoir participé (a.), des personnes condamnées (b.) et des traces (c.) [46]. Cette base de données contenait fin 2016 plus de 185 000 profils de personnes et 71 000 traces relevées sur les lieux de délits. Au niveau internationale, l'échange d'information est réglé par la coopération internationale en matière de police (voire section 3.2).

3.4. Les traces numériques

Avec la digitalisation de la société, la plupart des activités laissent des traces numériques. Ces dernières peuvent être divisées en deux types: les traces numériques physiques, intrinsèquement liées à un support physique, et celles purement virtuelles [47,48]. Les traces numériques physiques sont extraites de supports physiques, tel que disque dur ou mémoire vive d'un ordinateur, mémoire tampon d'une imprimante, clé USB, CD, DVD, GPS, carte SIM, mémoire flash ou mémoire vive d'un téléphone portable, caméra digitale, etc. Bien que la législation Suisse reste vague à ce sujet, ce type d'expertise est effectué entre autre par les corps de police, qui se chargent de l'extraction de données à partir des supports physiques saisis sur les lieux ou lors de perquisitions. Les traces virtuelles sont, comme leur nom l'indique, détachées des contraintes spatio-temporelles classiques.

4. L'investigation forensique d'incidents ABC en Europe

Dans cette section, un aperçu des solutions trouvées et des stratégies suivies par différents pays européens est donné.

Depuis 2011, pas moins de 17 projets de recherche en lien avec les menaces ABC ont été financés par l'Union Européenne [49]. L'un d'entre eux, le projet GIFT CBRN, s'est focalisé sur l'investigation forensique d'incidents impliquant des agents ABC [50]. Avec la collaboration de 21 partenaires provenant de neuf pays, différents appareils, procédures et méthodes ont été développés afin de permettre l'investigation de scènes de crime et l'analyse de pièces à conviction contaminées par des agents ABC, ainsi que le profilage des agents impliqués. Ce projet s'est terminé par trois exercices grandeur nature, simulant des incidents radiologique (Angleterre), biologique (Pays-Bas) et chimique (Belgique) [51]. Il est ressorti de ces simulations que différentes stratégies étaient possibles pour investiguer une scène de crime contaminée. Une première option choisie fut de déployer les équipes spécialisées pour l'intervention en milieux contaminés, en les

formant préalablement à l'investigation de scènes de crime. Une seconde option a été de former les investigateurs de scènes de crime à l'intervention en zone contaminée. La troisième expérience a démontré la possibilité de travailler avec une équipe mixte composée de spécialistes ABC et d'investigateurs de scènes de crime (entraînés à travailler en tenue de protection) [51]. Ces exemples illustrent bien le fait qu'une solution unique n'existe pas et confirme donc que chaque nation doit définir la procédure la mieux adaptée à sa situation nationale.

Au cours des dix dernières années, divers pays ont investi dans le développement de compétences pour pouvoir faire face aux menaces ABC terroristes. A titre d'exemple, la France et les Pays-Bas, ont mis en place des unités mobiles spécialisées pour l'investigation d'incidents ABC. En 2010, l'unité CONSTOX (acronyme pour CONStatations en milieu TOXique) de la direction centrale de la police nationale française voyait le jour [52]. Cette unité, composée d'enquêteurs de police judiciaire et de fonctionnaires de police technique et scientifique, a pour mission de réaliser des constatations judiciaires en milieu contaminé, qu'il s'agisse d'attentats ou d'accidents technologiques majeurs impliquant un agent ABC. Les 70 membres de cette unité, répartis à travers la France, sont formés et entraînés au port de tenues de protection, afin d'intervenir dans tous les cas de figures. Une méthodologie d'intervention a été développée et intégrée au dispositif mis en place par les pompiers lors de tels incidents. Après les premières interventions, la reconnaissance de la zone et la fixation de l'état des lieux sont effectués par un premier binôme. Un briefing du groupe permettra de déterminer les modalités de l'intervention. La sectorisation de la scène, la révélation des traces et le prélèvement des pièces à conviction (numérotation, documentation, illustration, conditionnement) sont ensuite effectués par rotations successives des membres de l'unité. La décontamination en sortie de zone est prise en charge par les pompiers. Aux Pays-Bas, différentes équipes se sont formées et équipées à intervenir sur une scène de crime contaminée [53]. Parmi eux, se retrouvent des équipes provenant de la police, du laboratoire national forensique (NFI) et de l'institut de la santé et de l'environnement (RIWM⁶) [54]. En Belgique, un arrêté royal portant fixation du plan d'urgence national relatif à l'approche d'un incident criminel ou d'un attentat terroriste impliquant des agents chimiques, biologiques, radiologiques et nucléaires (CBRN) a été publié en juin 2018 [55]. Ce plan définit en outre les missions des autorités en cas de situations d'urgence nécessitant une gestion ou coordination au niveau national ainsi que la mission des différents services concernés [56].

⁶ Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

5. Discussion

L'emploi de substances chimiques dans le cadre d'assassinats ne concerne en général que la ou les victimes ciblées et peut ne présenter aucun danger particulier lors de l'approche des victimes par les premiers intervenants ou autres personnes tierces (p. ex. : dans les cas d'empoisonnements par la voie gastro-intestinale). Toutefois, selon les propriétés de l'agent en cause, il est aussi possible qu'une contamination locale de la scène de crime aux alentours de la victime (p.ex. dans son espace de vie ou de travail) présente un danger pour les intervenants ou les personnes présentes. Un cas fameux est celui de l'assassinat Alexander Litvinenko [12], un ex-membre du KGB vivant en Angleterre et travaillant comme journaliste, auteur et consultant pour le MI6. Litvinenko ayant reçu une dose de Polonium (Po210) mourut une vingtaine de jours après s'être rendu à l'hôpital. Des analyses démontrèrent que diverses personnes ayant été en contact avec ce dernier (personnel de service, proches et police) avaient également incorporé de faibles quantités de Polonium. La tentative d'assassinat en 2018 de l'ancien agent du KGB Sergei Skripal et de sa fille à Salisbury permet aussi d'illustrer le danger pour les premiers intervenants. Selon les éléments publiés par le gouvernement anglais [18], le premier officier de police arrivé auprès des deux victimes fut également affecté par l'agent chimique et fut donc hospitalisé dans un état critique. De plus, l'emploi de certaines substances chimiques comme moyen d'intoxication peut également présenter un danger lorsque le corps de la victime "dégaze", c'est-à-dire qu'un gaz toxique s'échappe du corps de la victime (par exemple lors d'intoxications au cyanure d'hydrogène).

Dans des incidents avec dissémination de substances, la présence sur les lieux d'investigation d'agents de type ABC, toxiques voire létaux pour les intervenants, impactera l'investigation de scène de crime et nécessitera des modifications des procédures traditionnelles.

Afin de minimiser le danger pour les intervenants et la population ainsi que pour diminuer le risque de dissémination des agents contaminant ABC, la décontamination du site sera débutée au plus vite. Si la décontamination des lieux est considérée comme prioritaire sur l'investigation de la scène de crime, une destruction des traces est possible. En effet, la plupart des méthodes de décontamination⁷, de par leurs propriétés destructrices des agents biologiques et

⁷ Les méthodes de décontamination consistent en la lyse de protéines des agents B et en la dégradation chimique (par catalyse) des agents C. Les agents A ne pouvant pas être rendus inertes, ils sont simplement retirés par lavages successifs avec de l'eau ou des solutions savonneuses, collectés puis confinés.

chimiques, risque de modifier voire de détruire les traces d'intérêt forensique. Cet aspect, bien qu'abordé dans la littérature [57–65], devrait faire l'objet d'études complémentaires.

Si une investigation de scène de crime peut avoir lieu, les limitations de temps et de mouvement, dues au port de tenues et de masques de protection ABC, induiront une priorisation, voire une limitation, de la recherche et du prélèvement de traces. Les traces pouvant permettre d'inférer sur la présence ou le passage d'un individu à un endroit précis ou d'inférer sur la manipulation par un individu d'un objet spécifique seront ainsi privilégiées. De ce fait, les traces digitales et les traces biologiques (prélèvement de liquides biologiques, de cheveux, et prélèvement de trace de contact par frottis sur une surface ou un objet) seront d'un intérêt particulier. Les appareils numériques (p.ex. téléphone portable, ordinateur) pourront également être considéré comme prioritaire, étant donné qu'ils peuvent contenir des informations non seulement sur les personnes impliquées (p.ex. auteurs, complices, commanditaires), mais également sur les produits utilisés (p.ex. explosifs, agents ABC) et/ou sur les moyens de production/importation de ces derniers.

La dextérité, la visibilité ainsi que le temps disponible sur les lieux pour effectuer les tâches d'investigation sont diminuées, et cela de façon plus ou moins importantes en fonction du type de tenue de protection requis. A titre d'illustration, les tenues de protection chimique étanches aux gaz (Type 1), offrant le temps de protection maximal contre le plus large spectre de dangers ABC, nécessitent un apport en air respirable sous forme de bouteilles ou d'un dispositif à adduction d'air. Ces équipements pèsent plusieurs dizaines de kilos et sont encombrants. Ainsi, l'intervenant doit fournir un effort physique conséquent et voit ses mouvements être fortement restreints. Finalement, le temps d'intervention est limité par l'apport en air, par la résistance des matériaux de la tenue contre les produits chimiques ou par l'effort physique à fournir. Des tenues plus légères existent, mais ont un domaine d'application plus limité. Il convient donc de connaître la nature du danger avant un engagement avec ce type de tenues. Dans le doute, la plus haute protection sera toujours choisie. De plus, l'utilisation d'objets tranchants ou coupants tels que ciseaux et cutter est à proscrire afin d'éviter la perforation des tenues de protection.

La limitation de temps disponible dans la zone contaminée induite par le port d'une tenue de protection, et particulièrement le port d'une tenue de protection semi-perméable (filtrante), nécessite une planification adaptée de l'investigation de scène de crime. Afin de garder une vue d'ensemble tout au long de

l'investigation de la scène de crime, toutes les tâches (p.ex. prise de photo, révélation de traces, prélèvements) seront effectuées par les mêmes intervenants. Un travail en équipe ou en rotation, qui peut s'avérer être une solution pour l'investigation d'incident ABC, nécessite la mise en place de moyens de communication adaptés (p.ex. communication radio ou vidéo entre les intervenants en zone contaminée et ceux hors de la zone), d'une transmission rapide de l'information (p.ex. transfert en direct des photos ou vidéo des lieux contaminés) et d'une bonne gestion de la prise de décision (qui doit prendre en compte autant que possible les différents aspects, tel que le risque ABC, l'investigation forensique et la sécurité publique).

Si des victimes sont présentes sur les lieux, la présence d'un agent ABC ne ferait là aussi que compliquer la situation et nécessiterait des précautions de protection des intervenants pour la constatation de la mort et pour la levée du corps. De plus les corps devront être considéré comme objets hautement contaminés et devront donc être traités en conséquence (p.ex. décontamination spécifique ou emballages multiples et adaptés). Cela nécessitera également d'adapter les procédures relatives aux autopsies.

Lors d'un incident ABC, tout le matériel ayant été utilisé dans la zone contaminée (p.ex. appareils photos, lampes, appareils analytiques, etc...) sera soit décontaminé, soit détruit. Cela peut avoir un impact non négligeable sur le coût des interventions. De plus, toutes les pièces à conviction prélevées en zone contaminée devront être considérées comme contaminées et donc dangereuses. Ainsi une procédure spécifique pour l'emballage, le transport et l'analyse, similaire à celles pour la collecte d'échantillons d'agent ABC, doit être appliquée. Les analyses sur site permettant d'éviter de sortir les objets de la zone contaminée sont donc à prioriser. Le cas échéant, les éléments saisis (et donc contaminés) devront être transmis à un laboratoire habilité à manipuler des agents ABC (en Suisse: le Laboratoire Spiez).

Pour analyser les pièces à conviction contaminées par une agents ABC, deux stratégies sont envisageables: les décontaminer avant de les traiter dans les laboratoires habituels (et selon les procédures habituelles) ou les traiter dans un environnement confiné (p.ex. dans une boîte-à-gant au Laboratoire Spiez). Dans le premier cas, l'impact de la décontamination sur les différentes traces (p.ex. trace biologique et digitale) et le taux de réussite de la décontamination (quantification de l'agent après décontamination) sont des paramètres à prendre en compte. Dans le second cas, la taille des objets pouvant entrer dans une boîte-à-gant et l'environnement de travail particulier (p.ex. en tenue et avec masque de

protection ABC) sont des éléments à considérer. De plus, les analyses dans un environnement confiné nécessitent une adaptation du matériel et des procédures. Divers aspects tels que l'adaptation du laboratoire (p.ex. pour la prise de photo, la révélation des traces digitales, etc...), la formation du personnels (p.ex. du laboratoire de Spiez à la science forensique et/ou des acteurs de la science forensique aux manipulations des pièces à conviction dans des boîtes-à-gants et/ou en tenue de protection) sont certains des points clefs à étudier.

Afin de garantir l'admissibilité des preuves au tribunal, pour assurer le respect de la procédure, et pour éviter les problèmes analytiques, une réflexion préalable sur l'implémentation des procédures et des méthodes forensiques dans un environnement confiné (prévu pour manipuler des agents ABC) est nécessaire. A titre d'exemple, les analyses génétiques en Suisse ne peuvent être faites que par les laboratoires habilités. De plus les procédures établies sont optimisées pour, entre autre, éviter les risques de contaminations par de l'ADN externe au cas. Pour ce faire, les manipulations sont effectuées dans des locaux spécifiques (par exemple maintenus en surpression, interdit au public et décontaminés) ainsi que dans des hottes de laboratoire adaptées. Dans ces hottes de laboratoire, les risques de contamination externe sont minimisés en appliquant des flux d'air dirigés de l'intérieur (de la trace) vers l'extérieur de la hotte (vers l'opérateur). A l'opposé, lors de la manipulation d'échantillons ABC, les pratiques spécifiques établies ont pour but la protection de l'opérateur (le laborant ou le scientifique). En conséquence les flux d'air des hottes sont dirigés de l'extérieur (des laboratoires et des hottes) vers l'intérieur afin d'éviter la dissémination des agents dans les laboratoires. Dans ce cas de figure précis, l'utilisation de hottes closes (aussi appelées boîtes-à-gants) équipées en de filtres combinés ABC permettent à la fois de remplir les deux buts.

En 2005, la ComABC a publié un plan d'intervention en cas d'événement radiologique [66]. Ce document contient un schéma illustrant la procédure prévue et montrant les différents partenaires et leurs rôles respectifs. La figure 1 a repris comme base ce schéma et illustre comment les étapes principales nécessaire à une investigation forensique (indiqués en bleu) peuvent s'intégrer aux processus déjà en place.

intervenants, pour permettre une investigation efficace des lieux et pour assurer l'admissibilité des éléments de preuve. Les procédures traditionnelles d'investigation de scène de crime devront alors être adaptées en tenant compte des contraintes provenant de la dangerosité de l'environnement pour les intervenants (p.ex. port de tenue et de masque de protection, travail en rotations successives, pièce à conviction contaminées, procédures de décontamination adaptées, etc...).

Différentes stratégies pour l'analyse des pièces à conviction semblent pouvoir être considérées. Les analyses sur site permettent d'éviter de sortir des objets de la zone contaminée et sont donc à prioriser. Le cas échéant, les éléments saisis (et donc contaminés) pourront être transmis à un laboratoire habilité à manipuler des agents ABC (en Suisse: le Laboratoire Spiez). Les analyses subséquentes peuvent alors s'effectuer soit sur les éléments saisis en zone contaminée (et donc considéré comme contaminés) au sein du Laboratoire Spiez dans un environnement confiné (p.ex. laboratoire de haute sécurité) ou alors, après décontamination, de façon traditionnelle, dans les laboratoires forensiques classiques. Dans le premier cas, les analyses dans un environnement confiné nécessitent une adaptation du matériel et des procédures. La taille des objets pouvant entrer dans une boîte-à-gant et l'environnement de travail particulier sont des éléments à considérer. Dans le second cas, l'impact de la décontamination sur les différentes traces (p.ex. trace biologique et digitale) et le taux de réussite de la décontamination (quantification de l'agent après décontamination) sont des paramètres encore mal connus et nécessitent plus de recherches.

References

- [1] Global Terrorism Database, (2017). <https://www.start.umd.edu/gtd/> (accessed November 1, 2018).
- [2] CICR, Convention sur l'interdiction de la mise au point, de la fabrication et du stockage des armes bactériologiques (biologiques) ou à toxines et sur leur destruction, (1972). <https://ihl-databases.icrc.org/dih-traites/INTRO/450?OpenDocument> (accessed November 1, 2018).
- [3] OIAC, Convention sur l'Interdiction des Armes Chimiques, (1993). <https://www.opcw.org/fr/convention-sur-linterdiction-des-armes-chimiques> (accessed November 1, 2018).
- [4] IAEA, Le Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires, (1968). <https://www.iaea.org/fr/themes/le-traite-sur-la-non-proliferation-des-armes-nucleaires> (accessed November 1, 2018).
- [5] O. Thränert, ABC-Waffenfreie Welt?, (2018). <http://www.bpb.de/apuz/275106/abc-waffenfreie-welt?p=all> (accessed November 1, 2018).
- [6] UNODA, Treaty on the prohibition of nuclear weapons, (2017). <https://www.un.org/disarmament/wmd/nuclear/tpnw/> (accessed November 1, 2018).
- [7] Statues of the Treaty on the Prohibition of Nuclear Weapons, (Website of the UNODA). <http://disarmament.un.org/treaties/t/tpnw> (accessed January 30, 2019).
- [8] M. Papaloucas, C. Papaloucas, A. Stergioulas, Ricin and the Assassination of Georgi Markov, *Pak. J. Biol. Sci.* 11 (2008) 2370–2371. doi:10.3923/pjbs.2008.2370.2371.
- [9] T.J. Török, A Large Community Outbreak of Salmonellosis Caused by Intentional Contamination of Restaurant Salad Bars, *JAMA J. Am. Med. Assoc.* 278 (1997) 389. doi:10.1001/jama.1997.03550050051033.
- [10] A.T. Tu, Chemical terrorism: horrors in Tokyo subway and Matsumoto City, Alaken, Fort Collins, Colo, 2002.
- [11] T. Okumura, T. Hisaoka, T. Naito, H. Isonuma, S. Okumura, K. Miura, H. Maekawa, S. Ishimatsu, N. Takasu, K. Suzuki, Acute and chronic effects of sarin exposure from the Tokyo subway incident, *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 19 (2005) 447–450. doi:10.1016/j.etap.2004.12.005.
- [12] The Litvinenko inquiry: report into the death of Alexander Litvinenko, (2016). <https://www.gov.uk/government/publications/the-litvinenko-inquiry-report-into-the-death-of-alexander-litvinenko> (accessed November 1, 2018).
- [13] HEU Seizure Highlights Moldova's Strong Work in Nuclear Security, (Website of the IAEA). <https://www.iaea.org/newscenter/news/heu-seizure-highlights-moldovas-strong-work-nuclear-security> (accessed November 1, 2018).
- [14] M. van J. en Veiligheid, Evaluatie GRIP-3 incident Mosterdgas Ede - Rapport - Inspectie Justitie en Veiligheid, (2014). <https://www.inspectie-jenv.nl/Publicaties/rapporten/2014/04/08/evaluatie-grip-3-incident-mosterdgas-edo> (accessed November 1, 2018).
- [15] Exclusive: Indonesian militants planned “dirty bomb” attack - sources, (Website of Reuters). <https://www.reuters.com/article/us-indonesia->

- security/exclusive-indonesian-militants-planned-dirty-bomb-attack-sources-idUSKCN1B51FW (accessed September 3, 2018).
- [16] Foiled plot to blow up plane, unleash gas revealed in Australia, (Website of CNN). <https://www.cnn.com/2017/08/03/asia/australia-plane-terror-plot-isis/index.html> (accessed September 3, 2018).
 - [17] Haftbefehl wegen Verdachts des Verstoßes gegen das Kriegswaffenkontrollgesetz, (Der Generalbundesanwalt beim Bundesgerichtshof: Pressemitteilung). <https://www.generalbundesanwalt.de/de/showpress.php?newsid=775> (accessed November 1, 2018).
 - [18] PM Commons statement on Salisbury incident: 12 March 2018, (Website of the UK government). <https://www.gov.uk/government/speeches/pm-commons-statement-on-salisbury-incident-12-march-2018> (accessed November 1, 2018).
 - [19] Protection ABC, (Site internet de l'OFPP). <https://www.babs.admin.ch/fr/aufgabenbabs/abcschutz.html> (accessed September 3, 2018).
 - [20] Organisation de la protection ABC en Suisse, (Site internet de l'OFPP). <https://www.babs.admin.ch/fr/aufgabenbabs/abcschutz/org.html> (accessed September 5, 2018).
 - [21] Plate-forme intercantonale de coordination ABC (PCABC), (Site internet de l'OFPP). <https://www.babs.admin.ch/fr/aufgabenbabs/abcschutz/org/kpabc.html> (accessed September 5, 2018).
 - [22] WHO, Laboratory biosafety manual: Third edition, (2004). http://www.who.int/ihr/publications/WHO_CDS_CSR_LYO_2004_11/en/ (accessed September 3, 2018).
 - [23] C. Murith, La protection des populations en situation d'urgence et post-accidentelle en suisse, Radioprotection. 45 (2010) 537–549. doi:10.1051/radiopro/2010051.
 - [24] RS 520.1 Loi fédérale du 4 octobre 2002 sur la protection de la population et sur la protection civile (LPPCi), version 01.01.2017. <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20011872/index.html> (accessed October 10, 2018).
 - [25] RS 520.17 Ordonnance du 2 mars 2018 sur l'État-major fédéral Protection de la population (OEMFP), version 01.04.2018. <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20171280/index.html> (accessed October 10, 2018).
 - [26] RS 520.18 Ordonnance du 17 octobre 2007 sur la Centrale nationale d'alarme (OCENAL), version 01.01.2019. <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20063371/index.html> (accessed October 10, 2018).
 - [27] Commission fédérale pour la protection ABC (ComABC), (Site internet de l'OFPP). <https://www.babs.admin.ch/fr/aufgabenbabs/abcschutz/org/komabc.html> (accessed September 6, 2018).
 - [28] Coordination suisse des sapeurs-pompiers (CSSP), Manuel pour les interventions ABC (N. d'art. HB304f), (2014).

- <http://www.feukos.ch/fr/interventions-abc/manuel-pour-les-interventions-abc-francais/>.
- [29] Service sanitaire coordonné (SSC), Concept « Décontamination NBC de personnes dans les secteurs de sinistre, de transport et d'hospitalisation »., (2015). https://www.babs.admin.ch/content/babs-internet/fr/publikservice/downloads/abc-schutz/_jcr_content/contentPar/accordion/accordionItems/weitere_dokumente_im/accordionPar/downloadlist/downloadItems/354_1491488474737.download/Konzept-Dekontamination_fr.pdf (accessed September 4, 2018).
 - [30] RS 741.621 Ordonnance relative au transport des marchandises dangereuses par route, version 01.01.2019. <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20022136/index.html> (accessed Janvier 1, 2019).
 - [31] O. Ribaux, P. Margot, Science forensique | criminologie.com, (Dictionnaire de Criminologie en ligne). <http://criminologie.com/article/science-forensique> (accessed July 18, 2017).
 - [32] O. Ribaux, Police scientifique: le renseignement par la trace, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 2014.
 - [33] P. Margot, Traçologie: la trace, vecteur fondamental de la police scientifique, Rev. Int. Criminol. Police Tech. Sci. LXVII (2014).
 - [34] J.-C. Martin, O. Delémont, P. Esseiva, Jacquat, Investigation de scène de crime fixation de l'état des lieux et traitement des traces d'objets, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 2010.
 - [35] INTERPOL, (Site internet du DVI). <https://www.interpol.int/INTERPOL-expertise/Forensics/DVI> (accessed February 1, 2019).
 - [36] Disaster Vict. Identif. Suisse. (Site internet du DVI Suisse). <https://www.dvi.ch/fr/qui-nous-sommes/organisation/> (accessed February 1, 2019).
 - [37] C. Champod, C. Lennard, P. Margot, Traces et empreintes digitales: traité de dactyloscopie, 2017.
 - [38] Empreintes digitales et AFIS, (Site internet de l'office fédéral de la police). <https://www.fedpol.admin.ch/fedpol/fr/home/sicherheit/personenidentifikation/fingerabdrucke.html> (accessed September 11, 2017).
 - [39] RS 361.3 Ordonnance du 6 décembre 2013 sur le traitement des données signalétiques biométriques, version 01.03.2017. <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20130645/index.html> (accessed September 11, 2017).
 - [40] Coopération internationale en matière de police, (Site internet de l'office fédéral de la police). <https://www.fedpol.admin.ch/fedpol/fr/home/polizei-zusammenarbeit/international.html> (accessed January 31, 2019).
 - [41] Europol, (Site internet de la Confédération). <https://www.eda.admin.ch/dea/fr/home/bilaterale-abkommen/ueberblick/bilaterale-abkommen-nach-2004/europol.html> (accessed January 31, 2019).
 - [42] Coopération policière (décisions Prüm), (Site internet de la Confédération). <https://www.eda.admin.ch/dea/fr/home/verhandlungen-offene-themen/verhandlungen/pruem.html> (accessed January 31, 2019).
 - [43] RS 312.0 Code de procédure pénale suisse du 5 octobre 2007 (Code de procédure pénale, CPP), version 01.01.2019.

- <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20052319/index.html> (accessed January 1, 2019).
- [44] RS 810.122.1 Ordonnance du 14 février 2007 sur l'analyse génétique humaine (OAGH), version 01.02.2019. <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20051790/index.html> (accessed January 1, 2019).
- [45] Laboratoires d'analyse d'ADN, (Site internet de l'office fédéral de la police). https://www.fedpol.admin.ch/fedpol/fr/home/sicherheit/personenidentifikation/dna-profile/die_dna-analyselabors.html (accessed July 7, 2017).
- [46] RS 363 Loi fédérale du 20 juin 2003 sur l'utilisation de profils d'ADN dans les procédures pénales et sur l'identification de personnes inconnues ou disparues (Loi sur les profils d'ADN), version 01.10.2016. <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20031383/index.html> (accessed July 7, 2017).
- [47] D.-O. Jaquet-Chiffelle, Digital forensics: au-delà d'une nouvelle discipline, (n.d.).
- [48] M. Pollitt, E. Casey, D.-O. Jaquet-Chiffelle, P. Gladyshev, A Framework for Harmonizing Forensic Science Practices and Digital/Multimedia Evidence, Organization of Scientific Area Committees for Forensic Science, 2018. doi:10.29325/OSAC.TS.0002.
- [49] CBRN related researches, (Website of the European Commission). http://cordis.europa.eu/search/result_en?q=%27CBRN%27%20AND%20%27agents%27%20AND%20contenttype%3D%27project%27 (accessed September 12, 2017).
- [50] Generic Integrated Forensic Toolbox, (Website of the GIFT-CBRN project). <https://giftforensics.eu/> (accessed September 12, 2017).
- [51] G. Winfield, Testing times, CBRNe WORLD. (Electronic version). <https://cbrneworld.com/> (accessed December 9, 2017).
- [52] Dossier de presse Constox DCPJ, L'unité d'intervention CONSTOX de la DCPJ: intervention en milieu contaminé, (Electronic version). <https://www.police-nationale.interieur.gouv.fr/content/download/89845/698439/file/Dossier%20de%20presse%20Constox%20-%20juin%202015.pdf> (accessed September 12, 2017).
- [53] CBRNe forensic in the Netherlands, CBRNe World. (Electronic version). <https://cbrneworld.com/> (accessed September 13, 2017).
- [54] Netherlands Forensic Institute, (Site internet du NFI). <https://www.forensicinstitute.nl/> (accessed September 13, 2017).
- [55] Arrêté Royal, Arrêté royal portant fixation du plan d'urgence national relatif à l'approche d'un incident criminel ou d'un attentat terroriste impliquant des agents chimiques, biologiques, radiologiques et nucléaires (CBRNe), 1968. http://www.ejustice.just.fgov.be/doc/rech_f.htm (accessed April 28, 2016).
- [56] Menace bioterroriste : Un exercice international, un nouveau plan national d'urgence et un centre CBRNe, Crisiscentrum. (2018). <https://centredecrise.be/fr/news/planification-durgence/menace-bioterroriste-un-exercice-international-un-nouveau-plan-national> (accessed September 4, 2018).
- [57] R. Hoile, C. Banos, M. Colella, S.J. Walsh, C. Roux, Gamma Irradiation as a Biological Decontaminant and Its Effect on Common Fingerprint

- Detection Techniques and DNA Profiling, *J. Forensic Sci.* 55 (2010) 171–177. doi:10.1111/j.1556-4029.2009.01233.x.
- [58] R. Hoile, C. Banos, M. Colella, C. Roux, Bioterrorism: The effects of biological decontamination on the recovery of electronic evidence, *Forensic Sci. Int.* 209 (2011) 143–148. doi:10.1016/j.forsciint.2011.01.017.
- [59] R. Hoile, S.J. Walsh, C. Roux, Bioterrorism: Processing Contaminated Evidence, the Effects of Formaldehyde Gas on the Recovery of Latent Fingermarks*, *J. Forensic Sci.* 52 (2007) 1097–1102. doi:10.1111/j.1556-4029.2007.00539.x.
- [60] K.L. Monson, S. Ali, M.D. Brandhagen, M.C. Duff, C.L. Fisher, K.K. Lowe, C.E. Meyer, M.A. Roberts, K.R. Tom, A.L. Washington, Potential effects of ionizing radiation on the evidentiary value of DNA, latent fingerprints, hair, and fibers: A comprehensive review and new results, *Forensic Sci. Int.* 284 (2018) 204–218. doi:10.1016/j.forsciint.2018.01.012.
- [61] A. Parkinson, M. Colella, T. Evans, The Development and Evaluation of Radiological Decontamination Procedures for Documents, Document Inks, and Latent Fingermarks on Porous Surfaces*†, *J. Forensic Sci.* 55 (2010) 728–734. doi:10.1111/j.1556-4029.2010.01346.x.
- [62] K. Shaw, I. Sesardić, N. Bristol, C. Ames, K. Dagnall, C. Ellis, F. Whittaker, B. Daniel, Comparison of the effects of sterilisation techniques on subsequent DNA profiling, *Int. J. Legal Med.* 122 (2008) 29–33. doi:10.1007/s00414-007-0159-5.
- [63] D.A. Wilkinson, D. Sweet, D. Fairley, Recovery of DNA from Exhibits Contaminated with Chemical Warfare Agents: A Preliminary Study of the Effect of Decontamination Agents and Chemical Warfare Agents on DNA, *Can. Soc. Forensic Sci. J.* 40 (2007) 15–22. doi:10.1080/00085030.2007.10757148.
- [64] A.G. Withrow, J. Sikorsky, J.C.U. Downs, T. Fenger, Extraction and analysis of human nuclear and mitochondrial DNA from electron beam irradiated envelopes, *J. Forensic Sci.* 48 (2003) 1302–1308.
- [65] Effects of CBRN Decontaminants in Common use by First Responders on the Recovery of Latent Fingerprints—Assessment of the Loss of Ridge Detail on Glass - Zuidberg - 2014 - *Journal of Forensic Sciences* - Wiley Online Library, (n.d.). <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1556-4029.12281> (accessed October 10, 2018).
- [66] ComABC, Plan d'intervention pour la collaboration en cas d'événement radiologique, (2005). Plan d'intervention pour la collaboration en cas d'événement radiologique, https://www.babs.admin.ch/content/babs-internet/fr/publikservice/downloads/abc-schutz/_jcr_content/contentPar/accordion/accordionItems/weitere_dokumente_im/accordionPar/downloadlist/downloadItems/358_1491488784270.download/20051108_Einsatzkonz-Zusammenarb-radiolog-Ereign_fr.pdf (accessed February 1, 2019).