

PRISE EN CHARGE D'UNE VICTIME NRBC

B. Vivien*, J. Poignant, J.F Marsan, H. Coignard, M. Nahon, M. Lejay, P. Delpech , P. Carli

¹ *Samu de Paris, Département d'Anesthésie-Réanimation, Hôpital Necker - Enfants Malades, 149 Rue de Sèvres, 75730 Paris Cedex 15, Université Paris Descartes, France.*

***Auteur correspondant :** Dr Benoît VIVIEN

Email : benoit.vivien@nck.aphp.fr

POINTS ESSENTIELS

- Face à un événement de type « explosion » (E), les intervenants extrahospitaliers et intrahospitaliers doivent toujours avoir l'arrière-pensée d'un risque associé non-conventionnel de type nucléaire, radiologique, biologique ou chimique (NRBC).
- Le risque NRBC-E doit être pris en compte autant dans le cadre d'actes de terrorisme que lors d'accidents technologiques civils.
- La Circulaires 700 (plan Piratox), la Circulaire 800 (Plan Piratome) et le plan Biotox établissent respectivement les doctrines d'emploi des moyens de secours et de soins lors d'événements chimique, radiologique, et biologique.
- Dans l'attente de la confirmation de la nature radiologique ou chimique de l'attentat ou de l'accident, les actions spécifiques au risque NRBC le plus sévère sont mises en place.
- L'intervention en milieu radio- ou chimio-contaminé en milieu ouvert, est organisée selon un « zonage réflexe comportant une zone d'exclusion, une zone d'accès contrôlée, et une zone de soutien.
- La priorité est donnée à l'extraction des victimes de l'atmosphère contaminée par des personnels en tenue de protection cutanée et respiratoire adaptée.
- La décontamination externe doit être réalisée précocement en veillant à ne pas transformer la contamination externe en contamination interne.
- Un déshabillage correctement effectué lors de la phase de décontamination permet d'éliminer près de 90 % de la contamination externe.
- Les grands principes du « tri » établis en médecine de catastrophe doivent être appliqués et adaptés dans un contexte d'événement NRBC avec victimes multiples.
- Les établissements de soins à proximité du site de l'attentat ou de l'accident doivent s'attendre à voir arriver un afflux spontané et massif de victimes valides et de personnes impliquées dans l'événement.

- La formation des personnels au risque NRBC et la pratique régulière d'exercices inter-services sont nécessaires à tous les niveaux de la chaîne de secours et de soins, aussi bien extrahospitalière qu'intrahospitalière.

Avec l'attentat au gaz sarin dans le métro de Tokyo en 1995 et les envois d'enveloppes contenant des bacilles du charbon aux États-Unis en 2001, le contexte géopolitique mondial a désormais intégré la menace terroriste de type NRBC, c'est-à-dire nucléaire, radiologique, biologique, ou chimique, pouvant survenir en tout point de la planète [1]. Cependant, depuis les attentats de 2001 aux États unis, ceux qui ont suivi à Madrid, Londres, Bali... ont montré que les terroristes n'utilisaient pour les actions de grande ampleur « que » des armes conventionnelles. L'intégration du sigle E (« NRBC-E ») illustre bien la prise en compte de ce risque explosif, parallèlement à celui lié au risque d'utilisation d'armes non-conventionnelles [2]. Néanmoins, il faut garder à l'esprit que la combinaison d'agents conventionnels et NRBC représente une menace bien réelle, comme en attestent par exemple les attentats par explosions de bonbonnes de chlore en Irak en 2007.

Ce risque NRBC-E d'origine terroriste avait presque fait oublier le risque « simplement » civil technologique et les accidents majeurs survenus à Bhopal (1984), Tchernobyl (1986) et à Toulouse (2001). La pandémie de grippe A(H1N1) et l'accident nucléaire survenu à Fukushima dans les suites d'un tsunami ont pourtant récemment remis sous les projecteurs la possibilité d'accidents ou de catastrophes de type NRBC-E, liés à la multiplication des risques naturels ou technologiques.

Dans ce chapitre, nous envisagerons successivement l'épidémiologie des atteintes NRBC, les principes organisationnels de prise en charge d'un événement de type NRBC avec en particulier la protection des personnels, et enfin les grands principes de prise en charge thérapeutique de blessés de type NRBC. Les principes organisationnels dans le cadre d'événements NR et C seront envisagés simultanément, en raison d'une part de leurs similitudes, et d'autre part du principe de réalité qui fait craindre, au moins jusqu'à l'identification des produits incriminés, un risque associant plusieurs types de substances, tel que celui présenté par des « bombes sales » ou « dirty bombs ».

ÉPIDÉMIOLOGIE DES RISQUES NRBC

Risque nucléaire et radiologique

Malgré le développement d'arsenaux nucléaires tactiques majeurs par de nombreuses grandes puissances au cours des dernières décennies, les seules utilisations militaires d'armes radioactives sont représentées par les bombardements américains de Hiroshima et Nagasaki en août 1945, faisant respectivement 140000 et 70000 morts, essentiellement par lésions de souffle, brûlures et polytraumatismes [1]. Les conséquences radiatives de ces armes sont en réalité restées « minimales » face à leurs effets lumino-thermiques et mécaniques, responsables

de destructions matérielles majeures et consécutivement de multiples victimes polytraumatisées parmi les survivants. Après la capitulation immédiate et sans condition du Japon suite à ces 2 bombardements, l'effet terrifiant et dévastateur de ces armes est resté ancré dans la mémoire de l'humanité, et a constitué le fondement de la doctrine de la dissuasion nucléaire. Concernant plus spécifiquement la menace terroriste, l'un des seuls exemples connus à ce jour de terrorisme radiologique ou nucléaire est le dépôt en 1996 d'une « dirty bomb » au césium 137 dans un parc à Moscou. Cette rareté est probablement, et heureusement, liée aux difficultés pour se procurer le matériel nécessaire et pour le mettre en œuvre en tant qu'arme. Néanmoins, depuis 1993, l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) a comptabilisé plus de 600 ventes illégales d'éléments radioactifs, tandis que les investigations conduites par les services chargés de la surveillance des réseaux terroristes ont montré l'intérêt de ceux-ci pour l'utilisation d'engins à dégagement d'énergie nucléaire ou d'engins à dispersion d'éléments radioactifs, preuve que cette menace doit être réellement envisagée.

Les accidents de grande ampleur conduisant à des expositions significatives aux rayonnements ionisants sont peu fréquents : ainsi, entre 1944 et 1999, 405 accidents ont été recensés dans le monde, avec un bilan d'environ 120 morts et 3000 blessés, mais il faut cependant noter leur recrudescence ces dernières années. Les accidents majeurs survenus dans des installations nucléaires sont au nombre de 3 à ce jour. L'accident de Three Miles Island (États-Unis, 1979) est lié à la fusion du cœur du réacteur suite à une succession d'erreurs humaines et techniques, mais l'efficacité de l'enceinte de confinement a quasiment empêché toute dispersion de radioactivité. L'accident de Tchernobyl (Ukraine, 1986) est dû à l'explosion du réacteur suite à un test inapproprié d'augmentation de sa puissance d'un facteur 100, avec dissémination de la radioactivité dans l'atmosphère rendue possible par l'absence d'enceinte de confinement autour du réacteur. Enfin, l'accident de Fukushima (Japon, 2011), survenu après un tremblement de terre suivi d'un tsunami, serait lié (le rapport final est toujours en attente à ce jour) à la panne des systèmes de refroidissement des réacteurs nucléaires ainsi que ceux des piscines de désactivation des combustibles irradiés, qui a induit des fusions partielles du cœur de trois réacteurs suivies d'explosions et d'importants rejets radioactifs dans l'atmosphère. A contrario, des accidents « mineurs » avec expositions significatives aux rayonnements ionisants touchant un nombre limité de personnes surviennent de manière récurrente. Il peuvent être liés à des dysfonctionnements et/ou des erreurs humaines dans des installations nucléaires ou industrielles, avec généralement dans ces cas des procédures de prises en charge parfaitement préétablies et régulièrement actualisées, et la disponibilité immédiate de matériel approprié (détecteurs, équipements de radioprotection...). A contrario, il faut savoir qu'il existe de nombreuses sources de rayonnements ionisants utilisées dans l'industrie, l'agriculture, la recherche, en médecine..., avec des procédures de transport et/ou de stockage parfois non respectées, et un accident isolé est toujours possible. Spécificité de ces irradiations pouvant toucher le grand public, les victimes peuvent ne pas avoir conscience immédiatement de cette contamination, et les symptômes apparaissant après quelques heures à jours peuvent orienter vers une autre pathologie. Ainsi, dans le cas de l'accident de Goiânia (1985, Brésil), la récupération d'un barillet d'appareil de radiothérapie contenant une poudre de césium 137 dans une clinique désaffectée a provoqué des symptômes gastro-intestinaux chez de multiples patients avant que

l'origine de la contamination ne soit identifiée, expliquant un bilan final de 250 patients contaminés et 4 décès.

Risque chimique

Les armes chimiques sont connues depuis l'antiquité [1]. La première mise en œuvre rapportée remonte à 600 ans av. J.-C., avec l'utilisation par Solon des propriétés purgatives des rhizomes d'ellébore pour neutraliser des ennemis perses dans la région de Delphes, en disséminant ces agents dans la rivière Pléistos. Par la suite, des mises à feu imprégnées de divers agents (poix, soufre, salpêtre, et oxysulfure d'antimoine, constituant le « feu grégeois ») furent utilisées pendant plusieurs siècles pour intoxiquer des assiégés, et ce jusqu'à l'invention de la poudre. La première bombe lacrymogène daterait du XV^e siècle, et serait à l'origine de l'invention par la suite de diverses bombes fumigènes par Léonard de Vinci puis Leibniz. Au XVIII^e siècle, Flemming décrit un mélange à base de dérivés d'arsenic, de plomb, d'antimoine, de cuivre, l'ensemble étant saupoudré de belladone, d'aconit, d'ellébore, de noix vomique et imprégné de divers venins. Enfin, pour venir à bout des troupes napoléoniennes en 1813, un pharmacien allemand proposa semble t'il pour la première fois l'emploi de l'acide cyanhydrique.

La première utilisation massive d'armes chimiques lors d'un conflit armé a eu lieu durant la Première Guerre mondiale. La première attaque chimique a eu lieu en avril 1915 à Ypres (Belgique) avec la libération en quelques minutes d'environ 150 tonnes de chlore depuis les lignes allemandes, à l'origine d'un nuage toxique sur 6 km qui mit hors de combat 15000 soldats et entraîna la mort de 5000 autres par œdème aigu du poumon. Par la suite, les Allemands utilisèrent à Verdun en 1916 du phosgène, agent suffocant cinq à six fois plus toxique que le chlore, et auquel les Français ripostèrent avec de l'acide cyanhydrique. Face à ces attaques chimiques, les alliés réussirent à mettre au point des systèmes de protection des voies respiratoires de plus en plus efficaces. Parallèlement, les Allemands conçurent un nouveau produit persistant capable de contaminer le terrain, d'attaquer les téguments et les voies respiratoires, qui était lancé grâce à des obus à partir de leurs lignes en 1917, et réussit à mettre hors de combat 14000 soldats alliés en 3 semaines. Le lieu de l'attaque et l'odeur de moutarde donnèrent à ce produit le nom d'ypérite ou « gaz moutarde ». Dans le même temps, les États-Unis mirent au point la lewisite, une arsine ayant des propriétés vésicantes et d'action plus rapide que l'ypérite. À la fin de la Première Guerre mondiale, toutes les grandes nations engagées dans le conflit disposaient de stocks importants d'ypérite, représentant à titre d'exemple 25 % des munitions d'artillerie de l'armée française. Finalement, le nombre de décès liés aux armes chimiques durant ce 1^{er} conflit mondial est estimé à 91000, soit 7 % du total des décès lors de combats. Les recherches sur les armes chimiques se sont poursuivies après la fin de cette guerre, avec la mise au point du zyclon B en 1920 (gaz utilisé par la suite dans les « chambres à gaz »), puis de plusieurs insecticides organophosphorés, dont le tabun en 1936, le sarin en 1938 et le soman en 1944. Cependant, l'emploi d'armes chimiques resta extrêmement limité durant la Seconde Guerre mondiale, avec comme seuls cas rapportés d'une part l'utilisation par les Japonais d'ypérite et de lewisite de 1937 à 1943 à Yichang

(Chine), et d'autre part le bombardement par les Allemands en 1943 à Bari (Italie) d'un bateau américain chargé de 100 tonnes d'ypérite. La menace de Roosevelt et Churchill de répliquer avec des armes chimiques si Hitler en faisait usage a probablement créé un effet de dissuasion qui a réciproquement neutralisé cet arsenal spécifique durant la Seconde Guerre mondiale. Néanmoins, les recherches se sont par la suite poursuivies, avec quelques cas d'utilisation décrits lors de conflits entre états. Ainsi, les États-Unis avaient préparé des roquettes chargées de neurotoxiques organophosphorés durant la guerre de Corée (1951-1953). En 1953, les anglo-saxons synthétisaient le VX ou A4, appartenant à la série des amitons. Durant la guerre du Yémen (1962-1967), le phosgène et l'ypérite ont été utilisés par les Égyptiens venus participer au conflit. Enfin, durant la guerre contre l'Irak (1980-1988), l'Irak a utilisé l'ypérite et le tabun à plusieurs reprises, conduisant en particulier au décès de 5000 Kurdes en mars 1988.

À côté de ces conflits entre états, des armes chimiques ont également été utilisées lors d'actes terroristes. Les deux attentats les plus importants à ce jour ont été perpétrés avec du gaz sarin par la secte Aum (Japon), à Matsumoto (1994, 7 morts et 600 intoxiqués), puis dans le métro de Tokyo (1995, 12 morts et plus de 5 000 intoxiqués). Ces attentats ont conduit la plupart des pays industrialisés à envisager des scénarios terroristes avec utilisations d'armes chimiques, et consécutivement préparer des plans de défense spécifiques.

En réalité, tous ces risques chimiques lors de conflits et actes terroristes doivent être relativisés face à la menace permanente que fait peser l'ensemble des sites technologiques des pays, industrialisés et en voie de développement. Un bref historique des catastrophes technologiques de ces 50 dernières années permet d'appréhender la dangerosité de ces installations. Ainsi, en France, l'incendie d'une usine pétrochimique à Feysin avait fait 18 morts en 1966. En 1974, une explosion sur un site industriel à Flixborough (Grande Bretagne) faisait 28 morts. En 1976 à Seveso (Italie), une fuite de dioxine à partir d'une usine chimique contaminait 37000 personnes. L'une des catastrophes les plus importantes à ce jour est survenue en 1984 à Bhopal (Inde) avec la fuite de méthyl-isocyanate qui a entraîné la mort de 15000 personnes (dont 3500 le 1^{er} jour) et des séquelles chez environ 200000 autres. La même année, l'explosion d'une citerne de gaz de pétrole liquéfié à Mexico (Mexique) faisait 500 morts et 7000 blessés. Enfin, le plus grand accident industriel chimique français reste à ce jour celui de l'usine AZF à Toulouse en 2001, qui a fait 30 morts et plus de 2000 blessés. En pratique, les conséquences d'un accident dans ces industries sont regroupées selon trois typologies d'effets : les effets thermiques liés à la combustion d'un produit inflammable ou à une explosion ; les effets mécaniques liés à une surpression, résultant d'une onde de choc (déflagration ou détonation) provoquée par une explosion ; et les effets toxiques à proprement parler résultants de l'inhalation d'une substance chimique toxique (chlore, ammoniac, phosgène, etc.) suite à une fuite sur une installation. En terme de classification, les industries chimiques sont regroupées en 2 catégories : les industries chimiques produisant des produits chimiques de base, des produits destinés à l'agro-alimentaire (notamment les engrais), des produits pharmaceutiques et de consommation courante (eau de javel ...) ; et les industries pétrochimiques produisent l'ensemble des produits dérivés du pétrole (essences, goudrons, gaz de pétrole liquéfié). Les risques industriels liés à l'implantation de sites à risques élevés sont classés « Seveso seuil haut » du fait de la réglementation spécifique les régissant. Enfin,

à côté de ces sites identifiés et répertoriés, il faut savoir que plus de 4 milliards de tonnes de produits chimiques sont transportées à travers le monde chaque année, par la route, par le rail et en avion...

La Convention de Paris sur l'interdiction des armes chimiques (CIAC, 1993) a été ratifiée par 186 pays, et est entrée en vigueur en avril 1997. Elle avait pour objectif de conduire les pays qui détiennent des armes chimiques, notamment les États-Unis et la Fédération de Russie, à les détruire. Ratifiée par la France le 2 mars 1995, cette convention institue un véritable contrôle de l'industrie chimique, avec une classification des différentes substances et familles de composés chimiques sensibles, sous surveillance particulière (**Tableau I**).

Tableau I.- Classification des différentes substances et familles de composés chimiques sensibles selon la Convention de Paris sur l'interdiction des armes chimiques (CIAC).

Liste 1 : produits chimiques et leurs précurseurs sans application industrielle civile :

= tabun, sarin, soman, moutardes au soufre ou à l'azote, lewisite.

La synthèse de ces composés n'est autorisée qu'à des fins de recherche médicale ou pharmaceutique et pour des études de protection des personnes. La production annuelle est limitée à une tonne par pays et s'effectue dans des laboratoires parfaitement identifiés.

L'exportation vers des États n'ayant pas ratifié la convention est strictement interdite.

Liste 2 : toxiques et leurs précurseurs utilisés en secteur civil en quantités limitées :

= amitons, trichlorure d'arsenic, perfluoroisobutylène (PFIB), benzylate de quinuclidinyle...

Ces produits pourraient être utilisés comme agressifs chimiques de guerre. Les installations industrielles doivent être déclarées si leur production annuelle dépasse un tonnage seuil.

Liste 3 : produits largement utilisés par l'industrie chimique, mais dont certains pourraient être employés à des fins militaires :

= phosgène, acide cyanhydrique, chlorure de cyanogène, chloropicrine.

Les installations produisant plus de 30 tonnes par an d'une substance de la liste 3 ou d'un composé contenant du fluor, du soufre ou du phosphore doivent être déclarées.

Risque biologique

Les armes biologiques ont été utilisées bien avant que l'existence des agents infectieux ne soit connue [1]. Ainsi, la pollution des nappes d'eau par l'immersion de cadavres a été utilisée à toutes les époques, en particulier dans les régions arides. En 1346, assiégeant le comptoir Génois de Kaffa en Crimée, les Tatars projetèrent des cadavres de malades atteints de la peste par-dessus les remparts de la ville afin d'y répandre la maladie et de s'en emparer plus facilement. Durant différentes époques de conquête des Amériques, le virus de la variole a été utilisé pour contaminer les populations, aussi bien par les conquistadors que par les Anglais puis les Français. Lors de la Première Guerre mondiale, les Allemands avaient constitué des stocks du bacille de la morve qui devait être mélangé avec du verre pilé au fourrage pour créer

des lésions digestives et des infections chez les chevaux des armées alliées. Durant la Seconde Guerre mondiale, les Japonais avaient déclenché des épidémies de peste en Chine et en Mandchourie en larguant des sacs de riz contenant des puces infectées par l'agent de la peste. Pour répondre à ce programme d'armement biologique japonais et allemand, l'Angleterre et les États-Unis avaient mis au point des bombes contenant des spores du bacille du charbon (anthrax), avec un test grandeur nature sur l'île de Gruinard (Écosse) qui resta ainsi contaminée jusqu'en 1990, date à laquelle une décontamination fut enfin effectuée en nécessitant près de 300 tonnes de formol. De leur côté, la Russie avait dans le cadre du programme « Biopreparat » (1970) militarisé de nombreux agents bactériens (charbon, peste, tularémie) et viraux (Lassa, Marburg), mais dû déplorer un accident de laboratoire à Sverdlovsk en 1972 responsable d'une épidémie de charbon pulmonaire causant 68 décès. Durant la première guerre du Golfe, l'Irak avait constitué un stock de 19000 litres de toxine botulique, 8500 litres de spores de charbon et 2400 litres d'aflatoxine, avec une probable dissémination de spores de charbon et de toxine botulique effectuée par des bombes aériennes en 1988. Dans le cadre des actions terroristes non menées par des états, il faut signaler les stocks de toxine botulique de la « Fraction Armée Rouge » découverts à Paris en 1980, les assassinats (Georgi Markhov en 1978 par les services secrets bulgares) ou tentatives d'assassinats à l'aide de parapluies imprégnés de ricine à leur extrémité, et la tentative par la secte Aum au Japon d'utiliser la toxine botulique dans le métro de Tokyo, opération qui avait échoué pour des raisons techniques. À côté de ces actes terroristes, il faut mentionner des actions individuelles, avec par exemple l'arrestation d'un biologiste d'extrême droite en possession de 50 kilogrammes de spores de *B. anthracis* à Las Vegas en 1998 dans le coffre de sa voiture, et l'envoi d'enveloppes piégées contenant des spores de charbon aux États-Unis après les attentats de 2001. Ce risque d'utilisation en particulier du bacille du charbon peut malheureusement être expliqué par la possibilité (aujourd'hui terminée) de se procurer légalement des souches de ce bacille (35 US \$) auprès de la collection nationale américaine de micro-organismes (ATCC) !

Par la suite, ceci a conduit les autorités sanitaires de différents pays à envisager divers scénarios d'attaque terroriste à l'aide de virus, dont par exemple celui de la variole. Cette maladie très contagieuse (5-10 cas secondaires / cas déclaré) dont le dernier cas mondial est survenu en 1977, est actuellement considérée par l'OMS comme totalement éradiquée depuis 1978, et donc inconnue de la majorité des médecins. Depuis cette éradication, seuls 2 laboratoires ont été autorisés à conserver des souches de variole : le 1^{er} aux États-Unis, le 2^e en Russie. Mais l'hypothèse que des souches de virus aient été obtenues par des personnes disposant des moyens de les cultiver dans un but terroriste a conduit les autorités sanitaires de plusieurs pays, dont la France, à mettre au point des programmes de vaccination de masse, avec des stocks de vaccins pour l'ensemble de la population et des plans d'action spécifiques.

Afin de limiter l'utilisation d'agents biologiques lors des conflits armés, la convention de 1972 sur les armes biologiques et les toxines, qui a été signée et ratifiée par 130 pays, interdit le développement, la production, le stockage et le transport d'agents biologiques à des fins militaires... Mais de fait, ce traité n'interdit donc pas de procéder à des recherches sur des agents biologiques à des fins de défense ou pour des utilisations médicales...

Enfin, parallèlement à toutes ces utilisations d'agents biologiques dans des desseins militaires et/ou terroristes, la nature nous a rappelé qu'elle peut également être à l'origine d'épidémies ou de pandémies. Ainsi, la peste noire ou bubonique avait provoqué environ 25 millions de morts en Europe, entre 1346 et 1350, et probablement autant en Asie. Entre 1918 et 1920, la grippe espagnole a été l'une des pandémies les plus mortelles de l'histoire de l'Humanité, en ayant été responsable de 20 à 40 millions de morts sur tous les continents : après avoir débuté en Chine et au Japon, elle s'est propagée en Russie, en Europe et en Amérique du Nord. Plus récemment, le SRAS (Syndrome respiratoire aigu sévère), lié à un coronavirus jusqu'alors inconnu, et qui a été la première pandémie du XXI^e siècle, a atteint près de 8000 personnes et fait au total près de 800 morts, soit 10 % des cas. Enfin, la grippe A(H1N1), apparue en 2009 au Mexique, a rapidement provoqué une pandémie de niveau mondial. Les mesures de protection et de soins, calquées sur des plans établis contre une grippe liée à un virus A(H5N1) de pathogénicité et de contagiosité bien plus élevées, se sont rapidement révélées surdimensionnées et inadaptées. Néanmoins, il faut considérer que cette pandémie de grippe A(H1N1) a représenté la première mise en application réelle des plans NRBC dans le cadre d'une menace de nature biologique.

PRINCIPES ORGANISATIONNELS DE PRISE EN CHARGE DE VICTIMES NRBC

Risques nucléaire, radiologique et chimique

Les Circulaires 700 et 800

La doctrine nationale d'emploi des moyens de secours et de soins face à une action terroriste mettant en œuvre des matières chimiques, publiée en 2002, connue sous le nom de « Circulaire 700 » et intégrée au « Plan Piratox » [3,4] a été actualisée en 2008 [5]. De même, la doctrine nationale d'emploi des moyens de secours et de soins face à une action terroriste mettant en œuvre des matières radioactives, publiée en 2003, connue sous le nom de « Circulaire 800 » et intégrée au « Plan Piratome » [6,7] a été actualisée en 2011 [8]. Le fond de ces documents, qui traitent de l'organisation générale sur le terrain en cas d'attentats nucléaire, radiologique ou chimique, n'a pas été modifié lors de ces actualisations, celles-ci ayant été rendues nécessaires afin de mieux tenir compte des réalités de terrain, en particulier des délais de mise en œuvre des moyens et du degré d'équipement hétérogène selon les départements.

Selon leurs libellés respectifs, les Circulaires 700 et 800 s'appliquent à la mise en évidence de la dispersion volontaire d'un agent chimique ou d'un agent radioactif potentiellement contaminant en zone urbaine à forte densité de population, à l'air libre ou dans un site semi-ouvert tel que transports collectifs, grands établissements ou administrations recevant du public, etc. Le caractère intentionnel n'a pas besoin d'être établi avec certitude pour que ces dispositions soient mises en œuvre, aussi ces circulaires peuvent-elles s'appliquer également à des situations d'origine accidentelle telles que des accidents technologiques.

Les dispositions des Circulaires 700 et 800 s'appliquent tant qu'il n'a pas été établi avec certitude, à l'issue d'une opération de « levée de doute », que le(s) produit(s) utilisé(s) n'a(ont) pas de caractère contaminant. Le pouvoir contaminant d'un agent résulte de sa présence sous forme dispersable sur toutes les surfaces sur lesquelles il s'est déposé (objets, vêtements, peau, etc.) et à partir desquelles il peut être transféré vers des personnes qui ne se trouvaient pas initialement dans la zone de dispersion. Il faut ici établir une différence importante entre les risques chimique et radioactif : dans le cas du risque chimique, la présence de victimes multiples présentant une symptomatologie marquée et similaire peut rapidement orienter vers la nature chimique de la contamination, voire plus précisément vers une famille spécifique de toxiques chimiques ; à l'inverse, dans le cas du risque radioactif, une difficulté majeure tient au fait que celui-ci n'a le plus souvent pas d'effets immédiats permettant de distinguer les personnes contaminées de celles qui ne le sont pas ; de plus, les rayonnements ionisants ne sont pas directement perceptibles par l'Homme. Cependant, parallèlement à cette distinction entre risque radioactif et risque chimique, il faut également préciser que certaines substances radioactives peuvent présenter simultanément une toxicité « chimique ». Par ailleurs, l'utilisation concomitante d'une substance radioactive et/ou chimique d'une part et d'un dispositif pyrotechnique (risque « E ») d'autre part, soit pour disperser l'agent, soit pour associer un effet toxique à un effet mécanique, doit être systématiquement envisagée.

Quel que soit l'élément radioactif ou chimique utilisé, avec ou sans utilisation simultanée d'explosif, la gravité potentielle des effets retardés, la présence possible de nombreuses victimes, conjuguée à des opérations de secours longues et délicates, constituent les fondements des Circulaires 700 et 800, dont l'objectif principal commun est le « sauvetage et la préservation des vies humaines, par la mise en œuvre sur l'ensemble du territoire national, d'une méthodologie unifiée d'emploi des moyens, afin d'en optimiser l'efficacité ».

Particularités d'une intervention en milieu radio- ou chimio-contaminé

La prise en charge d'une victime en milieu radioactif ou chimique repose sur des règles simples :

- dans l'attente de la confirmation de la nature radiologique ou chimique de l'attentat ou de l'accident, les actions spécifiques au risque NRBC le plus sévère sont mises en place ;
- les zones accueillant des victimes ou des impliqués non décontaminés doivent être considérées comme des zones d'accès contrôlé ;
- le tri médical doit être effectué selon les procédures « classiques » de la médecine de catastrophe ;
- la décontamination externe doit être réalisée précocement en veillant à ne pas transformer la contamination externe en contamination interne ;
- la dissémination de la contamination doit être évitée autant que possible (décontamination d'urgence, technique de la double enveloppe, principe de la « marche en avant »...) ;
- La prise en charge médicalisée des victimes doit assurer une mise en condition de survie et de stabilisation des détresses vitales avant une décontamination approfondie ;

- les antidotes sont d'autant plus efficaces qu'ils sont administrés précocement, même sur une simple suspicion ;
- les établissements de soins (ETS) à proximité du site de l'attentat ou de l'accident doivent s'attendre à voir arriver un afflux spontané et massif de victimes valides et de personnes impliquées dans l'événement.

Organisation de l'intervention en milieu radio- ou chimio-contaminé : le zonage réflexe

En milieu ouvert, l'espace est organisé selon un « zonage réflexe » comportant (Figures 1 et 2) :

- la zone d'exclusion, qui est contaminée, contaminable ou contaminante ; le port de la tenue de protection y est obligatoire pour tous les intervenants. Cette zone comprend :
 - la zone de danger immédiat : compte tenu des modélisations, cette zone doit s'étendre sur 100 mètres autour du point d'attentat ou d'accident supposé.
 - la zone de danger sous le vent : compte tenu des modélisations, cette zone doit s'étendre sur 500 m (pour un attentat ou accident à ciel ouvert), avec un angle d'ouverture de 40°.
- la zone d'accès contrôlé, qui est une bande séparant la zone d'exclusion de la zone de soutien. Le ou les points de regroupement des victimes (PRV) et une zone de décontamination y sont installés d'emblée. Cette zone permet de prévenir ou de réduire la contamination, grâce aux chaînes de décontamination. C'est une zone initialement propre, mais qui tend à se contaminer au long des opérations. Le port de la tenue de protection y est obligatoire en amont de la décontamination.
- la zone de soutien, opposée au vent, où sont mis en place les services de secours, le poste médical avancé (PMA), ainsi qu'éventuellement le centre d'accueil des impliqués (CADI) et le poste de la cellule d'urgence medicopsychologique (PUMP/CUMP).

À l'intérieur d'un bâtiment, toutes ces zones peuvent être ramenées à un local ou à tout ou partie du bâtiment.

Figure 1.- Schéma du zonage réflexe selon le vent (adapté d'après [5,8]).

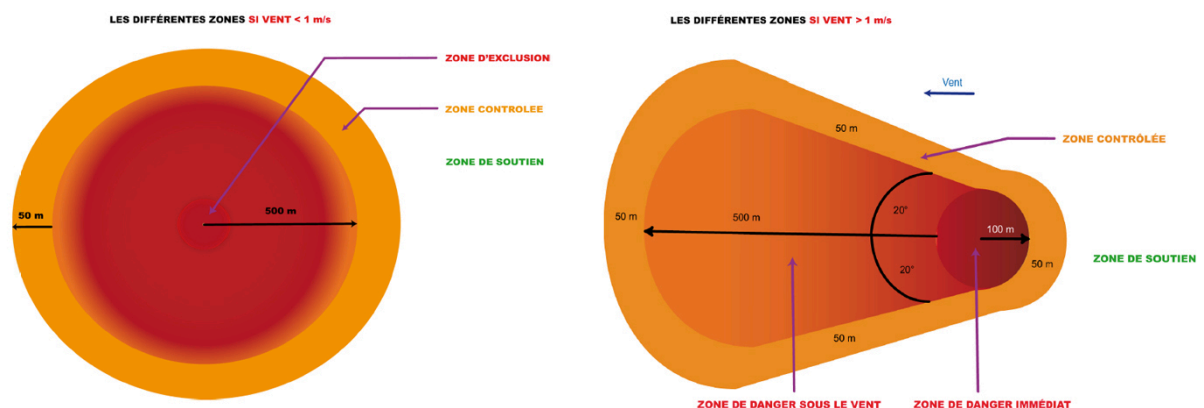
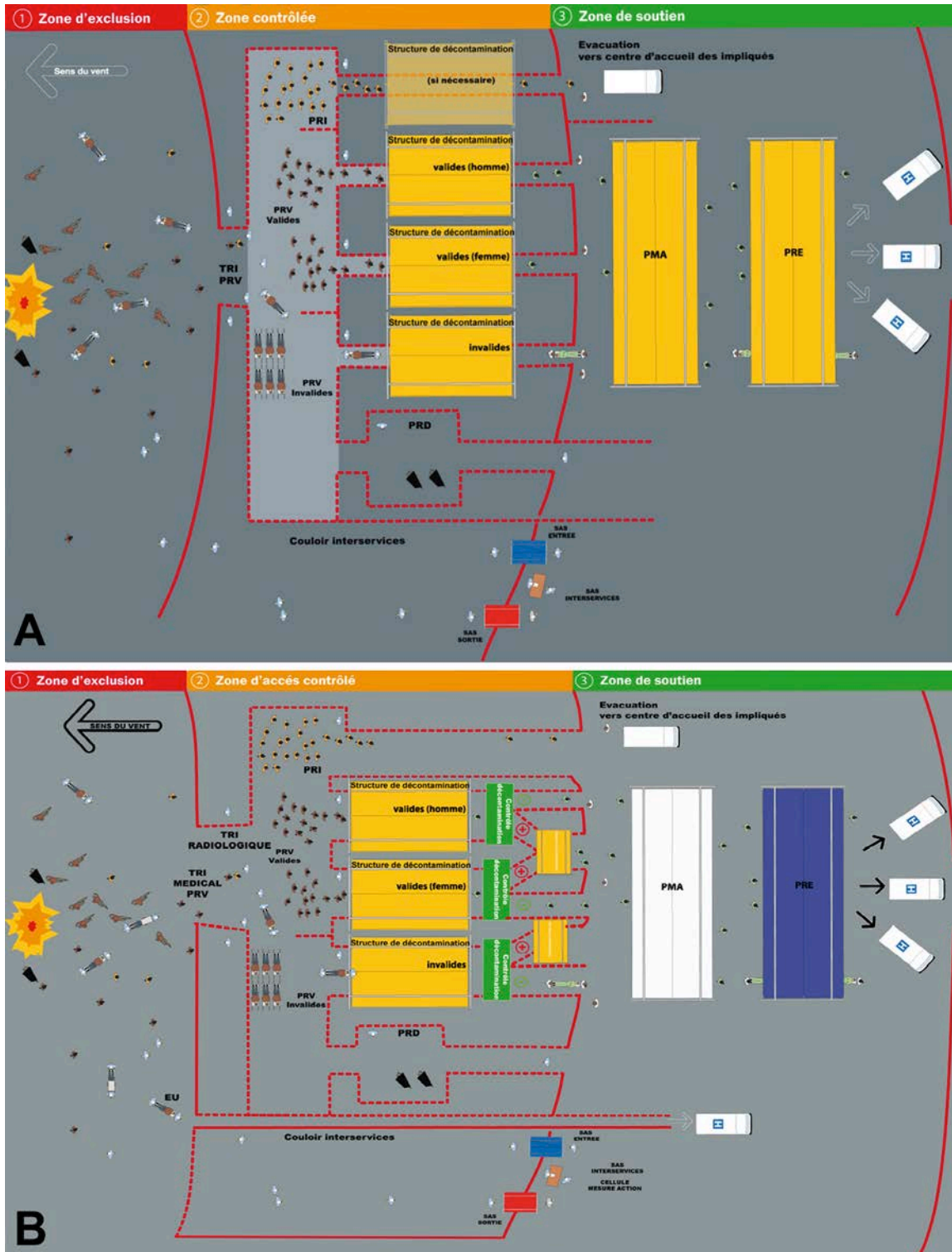


Figure 2.- Schéma général d'une intervention après une contamination par un agent chimiques (A) ou radioactif (B). PRV = point de regroupement des victimes; PRI = point de regroupement des impliqués; PMA = poste médical avancé; PRD = point de regroupement des personnes décédées; PRE = point de répartition des évacuations (adapté d'après [5,8]).



Gestion des victimes radio- ou chimio-contaminées sur le lieu de l'événement

- *En zone d'exclusion*

La priorité est donnée à l'extraction des victimes de l'atmosphère radio- ou chimio-contaminée en même temps que s'effectue la détection voire l'identification de substances radioactive et/ou chimique. Cette extraction d'urgence a pour objectif la mise en sécurité des victimes selon leur état clinique vers le ou les PRV situés en zone d'accès contrôlé.

Une équipe de reconnaissance spécialisée, en tenue de protection adaptée, s'engage avec pour mission de déterminer la nature du rayonnement ionisant et si possible le radioélément, et/ou la nature du produit chimique incriminé. Ceci permet également d'établir la cartographie de la zone contaminée. Le cas échéant, une seconde équipe spécialisée débute au niveau du PRV la mesure de la contamination radiologique sur les victimes. Selon la taille de l'événement, cette équipe est, si possible, accompagnée d'un médecin afin d'évaluer : le nombre de victimes et les symptômes qu'elles présentent, les possibilités et les priorités d'extraction des victimes de la zone d'exclusion et leur conduite vers les PRV, la mobilisation des structures sanitaire à prévoir.

- *En zone d'accès contrôlé*

Un 1^{er} tri, généralement secouriste, est effectué rapidement, dans la continuité de la phase d'extraction d'urgence, en fonction de critères objectifs que sont : la mobilité, les lésions et symptômes, la présence d'une contamination par un produit visible sur le corps ou les vêtements. À ce stade, seuls des gestes de sauvetage sont effectués : ainsi, face à une victime en arrêt respiratoire, les gestes de réanimation ne seront entrepris que si le nombre de secouristes est suffisant.

Le 2^e tri est un tri médical prenant en compte l'état clinique des victimes selon les principes usuels de médecine de catastrophe, qui les classe en 2 grandes catégories : valides et invalides. Le décès des victimes est confirmé par un médecin, et les corps sont regroupés au point de regroupement des personnes décédées (PRD).

Le 3^{ème} tri est radiologique et/ou chimique et permet de séparer les victimes contaminées externes des victimes non contaminées. Ce tri est organisé en deux postes : l'un pour les victimes valides, l'autre pour les victimes invalides. Si les moyens de contrôle de la contamination radiologique et chimique sont en nombre suffisant, ce tri permet la mise en œuvre des traitements, leur surveillance et la priorisation pour la décontamination approfondie. À l'issue de ce tri, les victimes asymptomatiques, mais considérées comme contaminées jusqu'à preuve du contraire, sont regroupées au point de regroupement des personnes impliquées (PRI).

Il est habituel de distinguer 2 PRV : l'un pour les victimes valides et autonomes, et l'autre pour les victimes invalides (intoxiquées, blessées, brûlées...) prises en charge par une noria de relevage. Au niveau de ces PRV sont réalisés des gestes de décontamination d'urgence du visage et des parties contaminées, et la pose d'un dispositif de protection des

voies aériennes supérieures (demi-masque facial type FFP3 ou tout autre dispositif de protection même sommaire) afin de limiter la contamination interne. Ce dispositif devra être maintenu pendant les opérations de déshabillage et jusqu'au passage sous la douche, si elle est nécessaire. Les victimes ont l'interdiction de fumer, boire, manger, porter leurs mains à la bouche, et doivent éviter tout contact entre elles jusqu'à leur décontamination complète.

La phase de décontamination est effectuée dans des modules ou chaînes de décontamination, habituellement séparées en 2 flux respectivement pour les victimes valides et pour les victimes invalides. Parfois, un surhabillage avec une charlotte pour les cheveux aura été effectué préalablement en amont, lors de l'extraction de la zone d'exclusion, afin d'éviter la dissémination de la contamination. Sur les théâtres d'opérations militaires, une première décontamination d'urgence peut être effectuée à l'aide d'un gant poudreux contenant de la terre de Foulon, argile de faible granulométrie au pouvoir adsorbant très élevé. En fonction des choix opérationnels, dès qu'une protection respiratoire est en place, la décontamination est effectuée habituellement par un déshabillage rigoureux, en partant de la couche externe des vêtements (« méthode de pelure progressive ») et des chaussures, avec stockage des effets personnels dans un sac étanche. On considère qu'un déshabillage bien conduit élimine 90 % de la contamination externe. Cette étape de déshabillage est suivie, si nécessaire, d'une décontamination approfondie par une douche soit avec de l'eau et du savon, soit avec une solution de DTPA à 25 % en particulier au niveau des cheveux et de la barbe, puis d'un séchage par tamponnement extrêmement soigneux, en insistant sur les cheveux, les plis inguinaux et axillaires. Cette étape est suivie d'un rhabillage avec des tenues à usage unique en papier type tenues de bloc opératoire. Une exception à cette phase de décontamination est représentée par les victimes radio-contaminées invalides catégorisées « urgences extrêmes » (UE) nécessitant un geste chirurgical de sauvetage : celles-ci doivent bénéficier d'un transfert immédiat vers un bloc opératoire disposant de matériels de protection (bâches de vinyle, ...) et de personnels formés à la prise en charge de victimes chirurgicales radio-contaminées ; le transfert est effectué après un emballage minutieux de la victime afin d'éviter tout risque de ré-aérosolisation des particules radioactives (double emballage type double enveloppe, avec deux feuilles de vinyle recouvrant la victime...).

Dans le cas d'une radio-contamination, le contrôle instrumental de contamination et de l'efficacité de la décontamination est effectué sur les victimes et les personnes impliquées si les moyens de contrôle sont disponibles et en nombre suffisant ; à défaut, toutes les personnes présentes sur le site sont considérées comme contaminées. Le contrôle après décontamination aboutit à deux types de résultats : soit le contrôle est négatif, et la victime ou la personne impliquée est dirigée vers le PMA ou le CADI ; soit le contrôle est positif, et il est alors nécessaire de localiser avec précision (si possible) les zones à redécontaminer et la victime retourne vers la zone de décontamination.

Toutes des victimes et l'ensemble des personnes présentes doivent être recensées et identifiées de façon unique (type bracelet ou équivalent) avec un moyen d'identification résistant à la décontamination. Le moyen d'identification doit être apposé sur la victime ou la personne et sur le ou les sacs d'effets personnels afin d'établir un lien entre une personne et ses effets personnels, à la fois pour les besoins médicaux et d'enquête, mais également en vue d'une future restitution totale ou partielle.

- En zone de soutien

Les victimes décontaminées sont transférées vers le PMA, en aval des chaînes de décontamination, où elles sont prises en charge selon les principes habituels de la médecine de catastrophe. Selon le nombre de victimes, lorsque les moyens disponibles permettent de l'envisager, il peut être mis en place 2 PMA : un « PMA lourd » pour les urgences absolues (UA), et un « PMA léger » pour les urgences relatives (UR).

À la sortie du PMA, un point de répartition des évacuations (PRE) est créé, permettant de gérer l'évacuation des victimes vers les établissements de soins (ETS) préalablement déterminés et désignés par le SAMU, le moyen d'évacuation dépendant de l'état de la victime (transport médicalisé ou non). Il est impératif de tenir un registre avec l'identité, le moyen de transport et la destination de chaque personne quittant un PMA.

Les personnes uniquement impliquées, une fois leur décontamination effectuée, sont transférées au centre d'accueil des impliqués (CADI), dont le choix (installations sportives, hôtelières...) devra être soigneusement planifié. Enfin, des personnes impliquées s'étant spontanément dirigées vers un ETS pourront être redirigées vers un CADI.

La prise en charge psychologique des victimes sur les lieux de l'intervention est effectuée par la cellule d'urgence médicopsychologique (CUMP) et doit débiter dès que possible. Un poste spécifique pour les urgences médicopsychologiques (PUMP) est parfois mis en place à côté du CADI.

Prise en charge hospitalière : les établissements de soins (ETS) référents

Une organisation spécifique a été mise en place au niveau national pour les 7 zones de défense et de sécurité et dans les départements et les collectivités d'outre-mer, précisant les mesures à prendre en cas de risque NRBC. Dans ce cadre, un (ou plusieurs) ETS de référence ont été désignés pour chaque risque (NR/B/C) dans chaque zone de défense et de sécurité [9,10].

La mission de ces hôpitaux référents consiste à coordonner l'application des recommandations nationales au niveau zonal : ils ont un rôle de conseil en cas de crise et doivent être alertés sans délai ; ils organisent la formation régulière des personnels hospitaliers aux risques NRBC. La liste de ces ETS figure dans le Plan blanc élargi zonal. Tout établissement de santé (public, privé, spécialisé) doit disposer d'un Plan blanc et d'annexes NRBC comportant des volets spécifiques prévoyant toute mesure à prendre en cas d'admission ou d'afflux imprévu de victimes d'un attentat ou d'un acte de malveillance de nature NRBC.

Chaque ETS référent dispose d'un service d'urgence et de moyens matériels tels qu'unités de décontamination hospitalières (UDH), tenues de protection..., pour prendre en charge des patients victimes d'un attentat NRBC. L'ETS départemental siège du SAMU-Centre 15 s'assure de la diffusion de recommandations communes à tous les ETS et de la prise en charge de ce type de victime. Dans la mesure du possible, les victimes régulées sont orientées prioritairement vers les ETS sièges de services d'urgence dotés d'UDH.

Enfin, il faut rappeler que certaines victimes valides, non décontaminées sur site, risquent de se rendre spontanément et précocement vers des ETS non référents les plus proches du lieu de l'attentat ou de l'accident. Dans cette optique, tout ETS doit être prêt à recevoir ce type de victimes, les volets spécifiques NRBC de son Plan blanc prévoyant les moyens mis en œuvre dans ces circonstances (circuits dédiés de prise en charge, mesures de protection du personnel...).

Risque biologique

Le plan Biotox et ses annexes

Les principes organisationnels régissant la prise en charge de patients victimes d'un agent biologique, de manière accidentelle ou lors d'une action terroriste, sont de par la nature et la cinétique de ce risque très différents de ceux des risques radiologique et chimique. Ainsi, les effets spécifiques des agents biologiques, en l'absence d'indices ou de revendication, ne permettent pas toujours d'apporter une certitude sur la nature, malveillante ou fortuite, de l'événement. Après les premières réactions d'urgence visant à assurer la survie immédiate des patients, des moyens spécifiques doivent être mis en œuvre, qui dépendent entre autres de la durée d'incubation, de la contagiosité, et de la pathogénicité de l'agent incriminé.

De manière similaire aux Circulaires 700, et 800, le plan gouvernemental Biotox vise à prévenir, surveiller, alerter et intervenir face aux actes de terrorisme biologique, consistant en « l'emploi malveillant ou la menace exprimée d'emploi malveillant d'agents biologiques infectieux ou de toxines contre les personnes, les animaux, l'environnement ou les biens » [11]. Là encore, le but ultime de ce plan est d'assurer la sauvegarde des populations : cela signifie par exemple la prise en compte des contaminations provoquées au niveau des réseaux d'eau potable, des chaînes agro-alimentaires, pharmaceutiques...

Le plan Biotox comporte une partie opérationnelle précisant les premières mesures à prendre au niveau gouvernemental, qui intègre en particulier de nombreuses dispositions issues du « plan variole » » [12] et du plan de distribution en urgence d'antibiotiques, et tient également compte de l'expérience acquise dans la lutte contre d'autres épidémies (grippe, SRAS, variole...). La seconde partie du plan a pour objectif de faciliter sa mise en application, et comporte des fiches pratiques décrivant les principaux dispositifs interministériels permettant de répondre à une menace ou à un attentat avéré de nature biologique. Le but du plan Biotox étant non seulement de protéger le territoire national, mais également d'apporter une assistance aux ressortissants français, qu'ils soient en France ou à l'étranger, celui-ci est susceptible d'être activé lors d'événements se produisant dans un pays étranger et mettant en cause un agent infectieux potentiellement contagieux.

Le plan national de réponse à une menace de variole, institué par le décret n° 2003-313 du 3 avril 2003, et actualisé en 2006, prévoit les mesures à appliquer en cas de résurgence de la maladie [12,13]. Ainsi, dans le cas d'un attentat bioterroriste, les autorités pourraient décider de mettre en œuvre une vaccination collective d'urgence, grâce à un stock de 72 millions de vaccins constitué en France depuis mai 2003 à partir d'anciens vaccins reconditionnés (arrêt de la chaîne de fabrication du vaccin antivariolique dans les années

1980). Un stock limité d'immunoglobulines humaines a également été constitué pour le traitement des effets adverses de la vaccination. La stratégie de vaccination est organisée en 5 niveaux selon le niveau du risque : 1) aucun cas dans le monde ; 2) menace avérée sans cas avéré dans le monde ; 3) survenue d'un cas de variole dans le monde ; 4) apparition d'un cas sur le territoire national ; 5) survenue sur le territoire français de nombreux cas simultanés. La vaccination massive de toute la population française, planifiée sur 2 semaines, ne serait envisagée qu'en cas d'impossibilité de contrôler l'épidémie à un niveau local puis régional.

À côté de la variole, les agents biologiques responsables du charbon, de la peste et de la tularémie sont actuellement considérés comme les plus dangereux et présentant un risque majeur pour la santé publique. Il s'agit donc logiquement des agents pour lesquels une stratégie opérationnelle de réponse a été mise en place, dont les modalités dépendent des caractéristiques communes et spécifiques de ces agents [14].

Dans le cadre du plan Biotox, des stocks d'antibiotiques ont été constitués, avec différents plans de distribution de médicaments mis en place, et des fiches techniques régulièrement mises à jour [15]. Le choix s'est porté sur les fluoroquinolones et la doxycycline, dont le spectre antibactérien couvre la majorité des bactéries du bioterrorisme. Ce stock national permettrait d'assurer le traitement d'un million de personnes pendant une durée de 8 semaines, et le traitement devrait être remis à l'ensemble de la population exposée en moins de 24 heures, ce qui impose une organisation extrêmement rigoureuse de la distribution à partir de sites nationaux de stockage.

Parallèlement au plan Biotox, il faut mentionner l'existence d'un « dispositif plis et colis suspects », qui vise à éviter une mobilisation disproportionnée des moyens face à de tels événements, et conduit à différentes décisions selon le type d'alerte signalé [16].

Enfin, en complément du dispositif plis et colis suspects, un réseau national des laboratoires Biotox-Piratox a été mis en place en 2009 [17]. Ce réseau national, regroupant des laboratoires publics, privés et militaires ayant des compétences complémentaires, a pour but d'effectuer toutes les analyses biologiques, chimiques ou toxicologiques à partir de prélèvements d'origine humaine, environnementale et/ou vétérinaire, nécessaires d'une part à la gestion de l'événement (détection et identification) et, d'autre part aux fins d'enquête (confirmation et authentification).

Prise en charge d'un patient exposé

La prise en charge préhospitalière d'un sujet exposé à un agent biologique repose sur un principe fondamental : « un individu exposé à un agent biologique n'est pas considéré comme contagieux s'il ne présente pas de symptôme » [1]. En effet, même si l'exposition à une contamination par aérosol, poudre ou liquide peut laisser persister des particules infectantes sur les vêtements, la peau, et surtout les phanères (cheveux, sourcils) et dans les fosses nasales, cette contamination persistante est en général faible et considérée comme non à risque pour les intervenants à condition évidemment qu'ils soient correctement protégés. Avant décontamination, des prélèvements doivent être effectués à partir des traces visibles de contamination (poudre, gouttelettes) et dans les narines en cas d'inhalation d'un aérosol, pour

pouvoir identifier l'agent biologique en cause si aucun autre prélèvement n'est positif ou disponible.

La phase de décontamination des patients est fondamentale dans le cadre d'une contamination par un agent biologique afin d'éviter toute dispersion à l'origine d'une contamination secondaire. Un masque de type FFP1 est tout d'abord mis en place sur le patient afin de protéger ses voies respiratoires. Ensuite, un déshabillage complet est alors effectué, en veillant à ne pas mettre en suspension des particules susceptibles d'être inhalées ou de contaminer les muqueuses. Les vêtements et objets du patient sont stockés dans des conteneurs ou sacs étanches jusqu'au retour des résultats d'analyse des échantillons prélevés. Le patient entièrement déshabillé bénéficie alors d'une douche simple au savon de Marseille avec un ou plusieurs lavages des cheveux avec un shampoing doux, en évitant d'une part tout jet d'eau susceptible de remettre en suspension des particules contaminantes, et d'autre part l'eau très chaude, le brossage, l'utilisation de gants et serviettes qui risquent de créer une abrasion cutanée favorisant la pénétration secondaire des agents pathogènes. Le séchage se fait uniquement par tamponnement avec du papier absorbant ensuite éliminé dans les conteneurs pour incinération. En cas de projection oculaire, un lavage abondant des yeux doit être effectué avec du sérum physiologique.

Après décontamination, un interrogatoire et un examen clinique minutieux, effectués en dehors de la zone contaminée, sont indispensables pour documenter l'agression, évaluer le degré d'exposition des individus, et parfois suspecter le type d'agent utilisé. Une prise de sang est également effectuée comme sérum de référence, témoin du statut sérologique initial du patient. À l'issue de cette consultation médicale, destinée à évaluer le niveau de risque encouru, une chimioprophylaxie peut être instaurée en cas d'exposition avérée, associée éventuellement à d'autres mesures spécifiques selon l'agent biologique suspecté ou identifié : vaccination antivariolique, immunoprophylaxie antibotulique... Le suivi des patients renvoyés à leur domicile doit évidemment être rigoureusement organisé, avec la participation des médecins généralistes qui est ici essentielle.

Prise en charge d'un patient symptomatique

Les patients symptomatiques doivent être pris en charge par des personnels en tenue de protection cutanée et respiratoire adaptée. À l'exception du cas d'une contamination par des toxines, la présence de symptômes est le témoin d'une contamination pouvant dater de quelques jours à deux semaines. Bien que la présence des agents biologiques sur les vêtements, la peau et des phanères diminue dans le temps, des procédures de décontamination doivent parfois être mises en œuvre tardivement en raison de la persistance possible de certains agents particulièrement résistants dans le milieu extérieur telles que les spores du bacille du charbon et le virus de la variole. Une surveillance attentive des sujets contacts doit également être mise en place pour détecter l'apparition d'éventuels cas secondaires.

La prise en charge d'un patient symptomatique impose un strict respect des précautions d'hygiène standard par le personnel soignant. Dans le cas d'agent biologique présentant un potentiel de contagiosité interhumaine (peste, variole, fièvre hémorragique...) ou en l'attente de l'identification de l'agent, un isolement technique et géographique du patient

doit être mis en place le plus précocement possible. Les mesures barrières reposent sur le principe de la prévention « gouttelettes » ou « aérienne » et de la prévention « contact ». A contrario, ces mesures sont inutiles dans le cas d'un patient atteint d'une maladie non contagieuse, telle que le charbon, la tularémie ou la mélioïdose.

Toute suspicion de maladie liée à un agent du risque biologique provoqué doit être signalée immédiatement aux autorités sanitaires (DDASS) qui informent l'Institut de veille sanitaire. La confirmation du diagnostic sera par la suite suivie d'une déclaration obligatoire.

Des prélèvements doivent être effectués à visée diagnostique, si possible avant toute mise sous traitement, afin d'augmenter la probabilité d'isolement de l'agent pathogène. Ceux-ci permettent en effet d'adapter non seulement rapidement le traitement du patient (antibiogramme), mais également les mesures de prophylaxie collective ; enfin, ils constituent une preuve à la fois biologique et « juridique » de l'agression.

PRINCIPES ET MATÉRIEL DE PROTECTION DES PERSONNELS INTERVENANT EN MILIEU NRBC

La rapidité d'intervention des premiers acteurs est un point essentiel de l'intervention afin de limiter la dispersion des victimes potentiellement contaminées et contaminantes, de limiter l'afflux des victimes dans des ETS non avertis et/ou non équipés, de limiter la durée de contamination des victimes et d'éviter, autant que faire se peut, la fuite de terroristes [5,8]. Compte tenu des délais d'acheminement des renforts zonaux et a fortiori nationaux, l'efficacité du dispositif repose en premier lieu sur la préparation, la formation, l'entraînement et l'équipement des premiers intervenants. À tous les niveaux (local, départemental, zonal et national), en raison de la spécificité des matériels destinés à faire face aux menaces NRBC, de leur entretien et de l'instruction des personnels appelés à les mettre en œuvre, il convient, d'une part de prépositionner les équipements NRBC dans les services qui seraient amenés à les utiliser, de préférence dans les véhicules de première intervention, et d'autre part d'assurer la formation des personnels et de réaliser périodiquement des exercices si possible interservices.

Dans l'incertitude sur la nature des produits utilisés, la première reconnaissance spécialisée doit être réalisée en tenue de protection NRBC de type 1 ou de type 217 (étanche aux gaz : scaphandre) avec port d'un appareil respiratoire isolant. À défaut, une tenue de type 3 (étanche aux liquides) avec masque respiratoire équipé d'une cartouche à large spectre (classe A2B2E2K2P3) est utilisée.

Risque nucléaire et radiologique

Protection des intervenants en cas d'accident d'exposition externe

La protection des intervenants doit être adaptée au risque [1]. Ainsi la prise en charge d'un blessé irradié non contaminé ne nécessite aucune protection vestimentaire ou respiratoire spécifique.

Si l'installation source de l'irradiation est un générateur électrique, la tension doit être coupée avant la pénétration des équipes d'intervention, et l'absence d'irradiation résiduelle doit être vérifiée à l'aide d'un appareil de mesure de débit de dose, ce qui autorise les secours à intervenir sans protection spécifique.

Si l'installation est une source scellée, le risque radiologique existe quelles que soient les mesures mises en place et les intervenants doivent utiliser une tenue de protection adaptée et un appareil de mesure pour les forts et faibles débits de dose. La surveillance dosimétrique individuelle (opérationnelle et passive) est indispensable tant que les équipes sont en zone à risque. Lorsque l'accident initial est complexe (feu, explosion, chute de grande hauteur), on ne peut garantir que la source soit restée scellée et il faut alors se prémunir contre les risques de contamination externe, mais aussi interne en revêtant une tenue de protection adaptée.

Protection des intervenants en cas de suspicion de contamination

Le personnel de ramassage doit bénéficier d'une protection maximale, c'est-à-dire intégrant les risques de contamination externe, de contamination interne et d'exposition externe. Les mesures à prendre vis-à-vis du risque d'exposition externe sont les mêmes que dans le cas d'une source scellée. La prévention de la contamination externe se fait grâce au port d'une tenue de protection de type 4 (étanche aux aérosols) ou 5 (étanche aux particules et aux poussières), n'imposant pas une contrainte thermique trop importante (**Figure 3**). Le port d'une double paire de gants est systématique afin de pouvoir en changer facilement. La prévention de la contamination interne associe la protection contre la contamination externe et un appareil de protection respiratoire adapté : soit un masque équipé d'une cartouche filtrante type P3, soit un appareil respiratoire isolant. Contre le risque particulier représenté par les iodures radioactifs, on peut prescrire aux intervenants d'ingérer préventivement un comprimé d'iodure de potassium.

Les équipes de soins doivent bénéficier d'une protection adaptée au risque auquel elles sont confrontées, représenté par la contamination externe transportée par le patient sur ses vêtements et téguments. Cette contamination déposée est peu mobile et d'un niveau inférieur à ce que l'on peut trouver dans la zone accidentée. Pour cette raison, on préconise une protection beaucoup plus légère des équipes de soins, constituée de tenues jetables avec capuche (type Tyvek®), d'un demi-masque filtrant type FFP3, de lunettes de protection, de surchaussures, et d'une double paire de gants.

Risque chimique

Pour être totalement efficace, une protection contre un agent chimique devrait être appliquée dans les 10 s. suivant la dissémination de cet agent [1]. Dans le cas d'un risque vapeur exclusif, cette protection ne concerne que les voies aériennes et requiert un appareil respiratoire équipé d'une cartouche filtrante (avec une FiO_2 ambiante $> 17\%$). Si le risque est liquide et vapeur simultanément, la protection doit couvrir l'ensemble du corps, ce qui impose

le port d'une tenue de protection arrêtant les toxiques sous forme vapeur, liquide et solide, et d'un appareil respiratoire, qui restreint la capacité opérationnelle.

Les militaires français disposent d'un Appareil Respiratoire Filtrant des Armées (ARFA), qui protège à la fois les voies respiratoires, les yeux et la face, contre les toxiques sous forme de gaz, vapeurs ou aérosols. Cet appareil est constitué d'un masque avec vision panoramique équipé d'un dispositif facilitant la transmission de la voix et d'une cartouche filtrante (Figure 4). Cette cartouche comporte d'une part un filtre antiparticules ou anti-aérosols, constitué d'un filtre en papier plié en accordéon et contenant des microfibrilles de verre, et d'un filtre de charbon actif imprégné de sels métalliques (Cu, Cr, Ag). Un gramme de charbon correspond à 2 000 m² de surface adsorbante. Ce filtre adsorbe et retient les toxiques gazeux ou à l'état de vapeurs, y compris l'acide cyanhydrique, mais pas le CO. Les différents filtres sont caractérisés selon leur classe de protection, variant de 1 à 3 pour chaque type de toxique considéré : A = protection contre les vapeurs dont la température d'ébullition est supérieure à 60 °C ; B = protection contre les vapeurs dont la température d'ébullition est inférieure à 60 °C ; E = protection contre le dioxyde de soufre (SO₂) et les vapeurs acides ; K = protection contre l'ammoniac (NH₃) et les dérivés aminés ; P3 = filtre en papier arrêtant 99,95 % d'aérosols et des particules dont le diamètre est supérieur à 0,15 µm. Ainsi, la cartouche en dotation dans l'armée française est de type A2B2P3, tandis qu'une cartouche à plus large spectre de type A2B2E2K2P3 doit être utilisée en présence de toxiques chimiques industriels. Le port du masque freine légèrement la ventilation pulmonaire et diminue l'activité opérationnelle de l'intervenant. Enfin, il faut savoir que quel que soit le type de cartouche utilisé, celle-ci ne sera efficace que si la FiO₂ de l'air contaminé est supérieure à 17 %. Lorsque cette FiO₂ est inférieure à 17 %, ou lorsque la présence de monoxyde de carbone est suspectée, il faut impérativement utiliser un appareil respiratoire isolant, soit de type système en circuit fermé (autonomie de 1,5 à 4 h.), soit fonctionnant à partir de bouteilles d'air comprimé (autonomie de 0,5 à 1 h.)

La tenue de protection cutanée a pour but d'éviter tout contact avec l'agent chimique à l'état solide, liquide ou vapeur, et est constituée d'un vêtement en une ou plusieurs pièces, d'une paire de gants en caoutchouc butyle et d'une paire de bottes ou de surbottes de niveau de protection au moins égal à celui du vêtement. Plusieurs types de tenues existent selon les risques et la nature des missions :

- La tenue de combat NBC à port permanent Centre Europe et Outre-Mer (TOM, Armée de Terre), est une tenue filtrante constituée d'une couche extérieure hydrofuge, oléofuge et ayant une fonction de filtre antiparticules pour arrêter aérosols et gouttelettes de toxiques, et d'une couche intérieure de mousse imprégnée de charbon actif, qui adsorbe les vapeurs toxiques (Figure 3).
- La tenue de protection à port permanent (T3P, Armée de l'Air, est une tenue filtrante constituée d'une couche extérieure en kernel viscose ignifugé, hydrofugé et oléofugé, d'une couche intermédiaire en mousse en polyuréthane imprégnée de charbon actif, et d'une couche intérieure en jersey coton de confort.
- La tenue légère de décontamination (TLD), destinée aux personnels affectés à la décontamination est en matière plastique, totalement imperméable (intérêt lors des

douches pendant la décontamination) et résistante aux toxiques de guerre (à des doses de 100 g/m² d'ypérite ou de VX > 24 h.) ainsi qu'à de nombreux toxiques chimiques industriels. À la différence des autres tenues, les échanges d'air entre la surface corporelle et l'extérieur ne sont pas possibles, ce qui rend le port de cette tenue rapidement inconfortable avec un risque d'hyperthermie, imposant des relèves régulières des personnels.

Figure 3.- Tenues de protection. A : Tenue filtrante TOM. B : Tenue TLD, utilisée en particulier lors des phases de décontamination.



Risque biologique

Dans le cas d'une contamination avérée ou potentielle de l'environnement et/ou de personnes par un agent biologique, il est nécessaire d'installer une protection physique aussi bien pour le personnel d'intervention que pour les victimes [1].

Les premiers intervenants au niveau de la zone d'exclusion ignorent en général la nature précise du risque encouru (nucléaire, radiologique, biologique), et doivent être protégés contre l'ensemble des agents NRBC, sans exclusion. Le port d'une tenue de protection avec un masque étanche est obligatoire dans cette zone. La protection la plus critique est celle des voies aériennes : pour éviter toute inhalation de particules infectieuses ou de toxines, il faut un masque de type FFP3 doté d'une cartouche ayant une capacité de filtration de 99,95 % des aérosols et des particules de taille supérieure à 0,15 µm, avec évidemment une étanchéité parfaite entre le masque et le visage (Figure 4). Les appareils respiratoires isolants (ARI) confèrent une protection physique et respiratoire complète vis-à-vis des fumées, des gaz toxiques, des agents chimiques, radiologiques et biologiques.

En dehors des zones d'exclusion, les intervenants amenés à prendre en charge des patients potentiellement contaminés peuvent être équipés de manière plus légère. Le risque de

contamination secondaire à partir des vêtements d'un patient exposé à un aérosol peut être prévenu par le port de tenues en non-tissées, imperméables, avec cagoule, surbottes, lunettes, gants et masque. Néanmoins, il faut veiller à ce que les tenues de protection soient imperméables si on les utilise en milieu humide (douches de décontamination). En milieu non humide, des tenues en non-tissé avec un tablier plastique permettent de se protéger contre les des risques liés à des projections.

Figure 4.- Masques de protection. A : masque facial complet avec cartouche filtrante. B : demi-masque facial de type FFP3.



La protection respiratoire vis-à-vis de l'agent biologique constitue le point critique et impose le port de masque à haut niveau de protection type FFP2 ou FFP3. Les masques de type FFP3 sont les plus efficaces, avec un taux de filtration de 98 % pour des particules de 0,6 μm , et 99,9 % pour des particules de 1 μm , qui sont les plus dangereuses en contamination aérienne. En contrepartie, la résistance au passage de l'air de ces masques FFP3 les rend plus difficiles à porter, ce qui impose la présence d'une valve expiratoire. Les masques de type FFP2 et FFP1 ont une efficacité respective de 92 % et 78 % vis-à-vis des particules de 0,6 μm de diamètre moyen (extrêmes 0,01 à 1 μm dans un aérosol). Les masques chirurgicaux et les masques antiprojection ont quant à eux un niveau de sécurité insuffisant et ne sont en fait indiqués que chez les malades contagieux pour limiter l'aérosolisation des sécrétions respiratoires lors de l'expiration ou de la toux.

PRISE EN CHARGE THÉRAPEUTIQUE D'UNE VICTIME NRBC

Prise en charge d'une victime irradiée ou radio-contaminée

L'utilisation simultanée d'une substance radioactive et d'un dispositif pyrotechnique, soit pour disperser l'agent, soit pour associer un effet toxique à un effet mécanique, doit de nos jours être systématiquement envisagée. Les services de secours médicaux devront assurer la prise en charge de victimes blessées, brûlées, blastées ou contaminées voire intoxiquées. Il faut rappeler en préambule un point fondamental : l'urgence médico-chirurgicale prime toujours sur l'urgence radiologique [1].

Traitement d'une victime irradiée

Le traitement d'une victime irradiée comporte des mesures non spécifiques et un traitement symptomatique adapté selon l'apparition des différentes lésions.

Le traitement d'une victime totalement irradiée nécessite en premier lieu une réanimation médicale dont l'objectif est de compenser les troubles hydroélectrolytiques, liés principalement à l'atteinte digestive, de traiter la défaillance multi-viscérale, et de contrôler le risque infectieux (désinfection intestinale, antibiothérapie générale, isolement). Parallèlement, l'aplasie médullaire nécessite des transfusions et l'administration de facteurs de croissance médullaire ; en revanche, une greffe de moelle est exceptionnellement indiquée en raison du caractère souvent hétérogène de l'irradiation, laissant intacts certains territoires médullaires, à l'origine d'un potentiel rejet.

Le traitement d'une victime partiellement irradiée est assimilé à celui d'une victime de brûlures radiologiques. Les douleurs parfois réfractaires à l'administration de morphine peuvent nécessiter une escalade thérapeutique. Par ailleurs, à côté du traitement classique des brûlures, de nouvelles thérapeutiques associant des autogreffes de peau et l'injection de cellules souches mésenchymateuses directement au sein de la lésion semblent montrer des résultats encourageants [18].

Traitement d'une victime radio-contaminée

Une victime contaminée externe nécessite des mesures non spécifiques de décontamination, afin d'éliminer les radionucléides déposés sur les téguments et d'éviter l'autocontamination interne. Il s'agit de lavages non agressifs associés à une détection secondaire. Une décontamination interne peut éventuellement y être associée de principe.

Chez une victime contaminée interne, l'objectif thérapeutique est de réduire le temps de séjour des radionucléides dans l'organisme. Ce traitement doit être le plus précoce possible pour avoir une efficacité maximale, et donc est souvent mis en œuvre a priori devant toute suspicion de contamination interne. En pratique, ce traitement vise à diluer, chélater, et/ou insolubiliser les radionucléides, accélérer leur temps de transit digestif, ou saturer les organes de dépôt. Les principaux traitements efficaces dans le cas d'une contamination interne sont :

- le Ca-DTPA pour l'américium, le curium, le plutonium, le thorium, ainsi que le cobalt et le fer ;
- le bleu de Prusse ou le bleu DI pour le césium ;
- l'iode stable pour les radio-isotopes de l'iode ;
- l'apport hydrique pour l'eau tritiée ;
- les alginates et hydroxydes d'aluminium pour les contaminations digestives.

Par ailleurs, pour le personnel d'intervention, l'administration d'iode stable est envisageable en cas de risque de contamination par iodes radioactifs, ceci évidemment en complément du port de tenues de protection adaptées.

Prise en charge d'une victime chimio-contaminée

Le traitement d'une victime chimio-contaminée est essentiellement symptomatique pour la majorité des agents chimiques, suivi le cas échéant d'un traitement spécifique et de l'administration d'un antidote, lorsqu'il existe [1].

Thérapeutiques non spécifiques

La première mesure non spécifique, qui doit être la priorité absolue des secours, est de soustraire toute personne exposée de la zone d'intoxication, et ce qu'il s'agisse d'une attaque chimique ou d'un accident civil. Le risque de transfert de contamination est habituellement considéré comme inexistant pour les toxiques sous forme gazeuse. Inversement, pour les toxiques liquides ou solides, ce risque de transfert de contamination est majeur, et donc les secouristes et les équipes hospitalières doivent être équipés de tenues de protection pour effectuer la décontamination et le déshabillage des victimes.

Après la phase de décontamination, un traitement symptomatique peut être réalisé en urgence afin de prévenir toute défaillance ventilatoire, cardio-vasculaire, neurologique ou métabolique. Les troubles respiratoires, constants dans toutes ces intoxications, nécessitent une oxygénothérapie ou une ventilation artificielle, d'abord au masque facial puis après intubation trachéale. La mise en place d'une voie veineuse est également nécessaire pour administrer un traitement sédatif et/ou anticonvulsivant.

Thérapeutiques spécifiques

Un traitement spécifique doit être mis en œuvre dès lors que le toxique est identifié et/ou que les signes cliniques sont suffisamment évocateurs de l'agent chimique responsable de l'intoxication.

- ***Neurotoxiques organophosphorés***

Les neurotoxiques organophosphorés (NOP) (soman, tabun, sarin) agissent au niveau des téguments et des voies respiratoires, et peuvent persister sous forme liquide sur les vêtements et cheveux des victimes, ce qui impose une décontamination des victimes par déshabillage,

effectuée par des intervenants en tenue de protection adaptée cutanée et respiratoire.

Le traitement d'urgence, effectué après la décontamination, repose sur quatre axes :

- **une assistance respiratoire** avec administration d'oxygène, intubation trachéale et ventilation artificielle ;
- **la prévention et le traitement des crises convulsives** par administration précoce de benzodiazépines sous forme injectable (diazépam, clonazépam ou midazolam). Le thiopental et les autres barbituriques sont contre-indiqués en cas d'intoxication par NOP en raison de leurs effets hémodynamiques et bronchiques ;
- **le blocage des récepteurs cholinergiques** par l'atropine, véritable antidote de l'intoxication par les NOP, qui agit par compétition avec l'acétylcholine au niveau des récepteurs muscariniques en luttant contre le bronchospasme ;
- **la réactivation des cholinestérases** par les oximes (pralidoxime ou obidoxime), qui agissent en hydrolysant la liaison enzyme-NOP après réactivation avec les NOP. La pralidoxime est moins efficace lors des intoxications par le tabun, le soman ou le sarin cyclohexilique.

Les militaires disposent sur eux en dotation individuelle de 2 seringues auto-injectables d'Ineurope[®], qui contiennent chacune 2 mg de sulfate d'atropine, 350 mg de méthylsulfate de pralidoxime, et 20 mg d'avizafone (anticonvulsivant). Le combattant doit s'injecter une seringue en intramusculaire dans les 15 min. suivant l'apparition des premiers signes d'intoxication par les NOP, et éventuellement renouveler l'injection avec la 2e seringue après 15 min. si les symptômes persistent ou s'aggravent. Ces 2 injections assurent une couverture thérapeutique d'environ 30 à 40 min., temps considéré comme suffisant pour atteindre le poste de secours. Cependant, en cas de délai de transport plus prolongé, le maintien de l'atropinisation devrait probablement nécessiter l'administration supplémentaire de syprettes de 2 mg de sulfate d'atropine.

La prise en charge cardio-vasculaire d'une intoxication par NOP nécessite un remplissage vasculaire puis le recours à des catécholamines vasoconstrictrices. Enfin, l'administration de sulfate de magnésium (pour ses propriétés anti-NMDA) et de bicarbonates de sodium pourrait également avoir une certaine efficacité lors d'une intoxication par les NOP.

La pyridostigmine, carbamate anticholinestérasique d'action courte, peut être utilisé comme traitement préventif en cas de risque d'intoxication aux NOP. Ne franchissant pas la barrière hémato-méningée, elle inhibe de manière transitoire un tiers des cholinestérases périphériques, les rendant inaccessibles aux NOP, ce qui augmente l'efficacité de l'association atropine-pralidoxime lors d'une intoxication par le soman ou le tabun et, à un moindre degré, par le sarin cyclohexylique ; mais elle n'a pas d'intérêt lors d'une intoxications par le sarin ou le VX, car dans ce cas les cholinestérases peuvent être directement réactivées par la pralidoxime.

- ***Agents vésicants***

Les agents vésicants (ypérite et lewisite) exposent à un risque majeur de transfert de

contamination, ce qui impose une décontamination approfondie des victimes, en particulier au niveau des cheveux et du système pileux, effectuée par des intervenants en tenue de protection cutanée et respiratoire. La décontamination doit être effectuée à l'aide d'un gant poudreur à base de terre de Foulon, ou à défaut avec de la farine ou du talc, mais dont le pouvoir adsorbant vis-à-vis des toxiques vésicants est inférieur à celui de la terre de Foulon.

Après décontamination, le traitement symptomatique d'une victime de toxiques vésicants est celui d'un brûlé immunodéprimé. Il n'existe pas d'antidote en cas d'intoxication par de l'ypérite.

Dans les intoxications sévères, les objectifs de prise en charge sur le plan respiratoire sont d'une part le maintien de la ventilation, et d'autre part la prévention des infections. Une intubation précoce, voire une trachéotomie, peut être nécessaire avant l'apparition d'un œdème ou d'un spasme laryngé, permettant d'effectuer, outre la ventilation mécanique, l'aspiration des débris inflammatoires et nécrotiques. Les autres mesures thérapeutiques sur le plan respiratoire comportent l'administration d'un bronchodilatateur (terbutaline) et d'un fluidifiant bronchique (N-acétylcystéine), ainsi qu'une kinésithérapie respiratoire.

Les lésions oculaires nécessitent dans un premier temps un lavage prolongé (15 min.) avec une solution isotonique et l'application de vaseline stérile, puis la protection oculaire par des lunettes noires.

Les lésions cutanées doivent être prises en charge comme des brûlures thermiques : compensation des pertes hydroélectrolytiques (toutefois moindres que dans le cas de brûlures thermiques), analgésie, débridement des phlyctènes et excision des tissus nécrosés, prévention des surinfections, pansements occlusifs ...

En cas d'intoxication par voie digestive, une décontamination par charbon activé ou polyéthylène glycol (PEG) peut être effectuée. Des symptômes digestifs à type de vomissements prolongés ou de diarrhées profuses plusieurs jours après le début de l'intoxication peuvent aussi survenir lors d'autres modes de contamination, et sont classiquement de mauvais pronostic. Les nausées et/ou vomissements peuvent être traités par un anticholinergique (atropine 0,5 mg IM ou IV) ou un antiémétique.

En cas d'intoxication par la lewisite, il existe un antidote qui est le dimercaprol (British Anti Lewisite ou BAL[®]), chélateur des métaux lourds qui se lie avec l'arsenic de la lewisite pour former un complexe soluble dans l'eau. Utilisé précocement, il peut également réactiver les enzymes inhibées, mais ce traitement nécessite un nombre d'injections particulièrement élevé (20 au total) et expose à de nombreux effets secondaires, en particulier tachycardie, HTA, anxiété, hypersécrétions muqueuses... Pour cette raison, d'autres agents chélateurs hydrosolubles administrables per os et mieux tolérés ont été choisis par certaines armées de l'OTAN : acide 2,3-dimercapto-1-propanesulfonique (DMPS) et acide méso-dimercaptosuccinique (DMSA).

- ***Agents suffocants***

Les toxiques suffocants (phosgène, chlore, fluor, ammoniac, isocyanate de méthyle) représentent un danger essentiellement vapeur, et le risque de transfert de contamination est

donc théoriquement inexistant. La première mesure thérapeutique consiste en une extraction des victimes intoxiquées de la zone contaminée (en les portant pour éviter tout effort qui aggraverait leur état), ce qui implique pour les secouristes d'intervenir revêtus d'une tenue de protection complète.

Il n'existe pas d'antidote en cas d'intoxication par les suffocants. Le traitement symptomatique repose essentiellement sur la réanimation respiratoire et la correction des troubles circulatoires, avec pour objectif d'éviter l'apparition d'un œdème aigu pulmonaire. La victime doit être mise au repos absolu et réchauffée à l'aide d'une couverture de survie. Une oxygénothérapie à débit élevé (> 10 l/min.) doit être instaurée pour lutter contre l'hypoxie tissulaire, associée si nécessaire à des bronchodilatateurs β 2-mimétiques en aérosols. L'intubation puis la ventilation mécanique avec une FiO_2 élevée et une PEEP doivent être effectuées dès les premiers signes d'insuffisance respiratoire, qui est d'autant plus précoce que l'intoxication est sévère. L'hypotension artérielle nécessite l'administration de solutés cristalloïdes ou colloïdes, en contrôlant soigneusement les apports hydriques afin d'éviter toute surcharge lors de ce remplissage.

Des β 2-adrénergiques et/ou des inhibiteurs de la phosphodiesterase, (aminophylline) peuvent être administrés afin d'augmenter la concentration d'AMPc intracellulaire. En revanche, les corticoïdes sont contre-indiqués en cas d'intoxication par les agents suffocants, en raison de leur rôle immunosuppresseur favorisant la survenue de surinfections.

- **Dérivés cyanés**

Les dérivés cyanés présentant essentiellement un danger vapeur, et les victimes intoxiquées n'exposent par conséquent pas à un risque de transfert de contamination, à l'exception d'une ventilation au bouche-à-bouche qui est donc formellement contre-indiquée dans ce contexte.

Le traitement symptomatique dépend de la gravité des signes cliniques. Une oxygénothérapie est toujours indiquée. Un état de choc et/ou un arrêt cardiaque nécessitent une réanimation cardio-vasculaire et l'injection d'adrénaline. Les convulsions sont traitées par des benzodiazépines (diazépam, clonazépam). Une acidose métabolique doit être traitée lorsque le pH artériel est inférieur ou égal à 7,10.

Le traitement spécifique de l'intoxication par les dérivés cyanés repose sur la réactivation des cytochromes oxydases par l'administration d'un des divers antidotes disponibles, dont le choix dépend des éventuels effets secondaires et du coût respectif.

- **L'hydroxocobalamine** (Cyanokit[®], flacons 2,5 g) n'entraîne pas d'effets secondaires, y compris chez le sujet non intoxiqué. C'est l'antidote de choix en cas de polyintoxications comme celles liées aux fumées d'incendies. La posologie est de 70 mg/kg IV en 15 à 30 minutes (adulte et enfant), éventuellement renouvelée en l'absence d'amélioration hémodynamique ou d'arrêt cardiaque persistant.
- **L'EDTA dicobaltique** (Kélocyanor[®], amp. 300 mg, dotation du Service de santé des armées), présente des effets secondaires, surtout chez les sujets non intoxiqués (collapsus cardio-vasculaire ou HTA brutale, tachycardie et extrasystoles, troubles digestifs et réactions anaphylactiques. La posologie est de 600 mg IV en 30 s, éventuellement renouvelée à demi-

dose après 15 min. Chaque injection doit être suivie de l'administration de 50 ml de sérum glucosé à 30 % pour compenser l'hypoglycémie induite, et parfois de calcitétracémate disodique pour complexer l'excès de cobalt après détoxication cyanhydrique.

- **Le thiosulfate de sodium** (PCH APHP, amp. 5 g) est le substrat naturel de la thiosulfate-sulfure-transférase qui favorise la transformation des ions cyanure [CN⁻] en thiocyanate [SCN⁻]. Son action lente le réserve à un « relais » en complément d'un des antidotes précédents, notamment lors des intoxications par voie digestive par des sels de cyanure.

- ***Hydrogène arsénié***

Le traitement d'une intoxication par hydrogène arsénié, responsable d'une hémolyse intravasculaire, associe un traitement symptomatique de l'acidose et de l'état de choc, une épuration extrarénale et une exsanguinotransfusion, l'ensemble de cette prise en charge présentant évidemment des difficultés de mise en œuvre face à un nombre élevé de victimes.

Prise en charge d'une victime contaminée par un agent biologique

Le traitement des patients contaminés par des agents biologiques repose sur des thérapeutiques non spécifiques de réanimation et sur des moyens traitements spécifiques de l'agent en cause lorsque celui-ci est identifié. Les patients exposés au risque biologique doivent recevoir une chimioprophylaxie ou une immunoprophylaxie quand elles existent [1].

Thérapeutiques non spécifiques

Les patients victime d'une contamination par un agent biologique doivent être hospitalisés en priorité dans les services référents spécialisés dans le traitement des maladies infectieuses, et capables d'assurer une réanimation médicale dans des conditions d'isolement rigoureuses et avec du personnel soignant bien entraîné (masque FFP2 ou FFP3 en cas de risque de transmission aérienne, matériel à usage unique et de sécurité, gestion des déchets de soins à risque infectieux). En l'attente de l'identification de l'agent pathogène ou en cas d'identification d'un agent pathogène contagieux, le risque de contamination par contact sera limité par une planification rigoureuse des soins et une interdiction des visites. Les mesures d'isolement seront évidemment adaptées dès l'identification de l'agent biologique incriminé.

Thérapeutiques spécifiques

Les différentes thérapeutiques spécifiques utilisables en cas de contamination par un agent biologique comportent d'une part les chimiothérapies antibactériennes (antibiotiques) et antivirales (antiviraux), d'autre part l'immunoprophylaxie active (vaccins) et passive (sérum et immunoglobulines).

- ***Antibiotiques***

En cas de contamination par un agent bactérien, une antibiothérapie ou une antibioprofylaxie doit être administrée en fonction de l'agent identifié ou suspecté. Ces

prescriptions, habituellement effectuées dans le strict cadre de l'AMM, peuvent y déroger dans le cadre de situations sanitaires exceptionnelles, en raison du contexte d'urgence, de la gravité potentielle des infections et du risque vital. Les différents éléments permettant d'évaluer la balance bénéfique/risque des différentes thérapeutiques et/ou prophylaxies sont :

- **les facteurs microbiologiques** : le choix se porte en première intention vers un antibiotique bactéricide, à large spectre, ayant un faible risque de résistance et un effet post-antibiotique prolongé. Un traitement curatif nécessite généralement une association d'antibiotiques, adaptés selon les résultats de l'antibiogramme.
- **les facteurs pharmacocinétiques et pharmacodynamiques** : les antibiotiques doivent avoir une biodisponibilité élevée, une diffusion tissulaire et intracellulaire importante, une demi-vie longue, et un quotient inhibiteur (CMI 90) élevé.
- **les effets secondaires et le terrain** : ce point est d'autant plus important que le traitement doit être prolongé (2 mois pour la prévention du charbon d'inhalation).
- **l'expérience clinique** : celle-ci est encore très limitée pour la plupart des infections par agents biologiques dans le cadre NRBC.

Actuellement, les antibiotiques qui répondent le mieux à ce cahier des charges en antibioprophyllaxie sont la ciprofloxacine et la doxycycline. La durée de celle-ci est 8 sem. pour le charbon, 2 sem. pour la tularémie et 1 sem. pour la peste. Dans le cadre d'un traitement curatif, les fluoroquinolones et les aminoglycosides présentent un intérêt majeur en cas d'infection par les agents du charbon, de la peste ou de la tularémie.

Selon l'agent biologique incriminé, les résistances naturelles ou acquises et le terrain du patient, des antibiotiques d'autres familles peuvent évidemment être prescrits. Les recommandations en matière de prophylaxie et de thérapeutique sont régulièrement actualisées (Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM) en France).

- ***Antiviraux***

Dans le cas de formes graves de variole, la ribavirine puis le cidofovir peuvent être administrés, mais leur efficacité demeure limitée. Ils peuvent également être utilisés pour le traitement des complications induites par la vaccination antivariolique. Un nouvel antiviral, le ST-246, efficace sur des modèles animaux, pourrait présenter un intérêt dans le cas d'une contamination par le virus de la variole.

Dans le cas des fièvres hémorragiques, la ribavirine est actuellement le seul antiviral dont l'efficacité a été démontrée sur certains types de virus (Arenaviridae et Bunyaviridae, mais pas sur les Filoviridae). La voie injectable est recommandée par les experts pour le traitement curatif des fièvres hémorragiques à virus sensibles dès les premiers jours de la maladie, alors que la forme orale est proposée en traitement prophylactique post-exposition.

- ***Vaccins***

Il existe plusieurs limites à la vaccination contre les agents biologiques dans le cadre du risque NRBC : d'une part, la plupart des vaccins sont généralement anciens et non dénués d'effets secondaires (variole, peste, charbon, tularémie) ; d'autre part, ils n'ont pas d'AMM en France, mais ce point doit évidemment être relativisé dans un contexte NRBC.

Par exemple, le vaccin contre la variole est très ancien (virus cowpox, 1796), mais reste actuellement le seul disponible en grande quantité en France. Il est très efficace en prophylaxie préexposition, ainsi que dans les 4 jours post-exposition car il prévient ou atténue considérablement l'apparition des symptômes. Ceci s'explique de par la longue période d'incubation de la variole (12 à 14 jours). Mais ce vaccin expose à un nombre élevé d'effets secondaires (myocardites post-virales...), pour lequel le rapport bénéfice/risque doit être évalué avant de débiter une campagne de vaccination de masse.

Concernant les vaccins bactériens, ceux-ci présentent des limites majeures à leur utilisation dans un cadre NRBC : efficacité et tolérance non démontrées, schémas vaccinaux souvent complexes, disponibilité limitée, absence de protection lors d'une contamination massive par voie aérienne, inefficacité d'une vaccination post-exposition... Ils sont donc actuellement réservés à des situations particulières avec un rapport bénéfice/risque considéré comme favorable. La mise en point de nouveaux vaccins, efficaces et bien tolérés, représente un objectif essentiel dans le cadre des thérapeutiques mises en jeu lors d'une menace NRBC par agents biologiques.

- ***Sérums et immunoglobulines***

La principale indication de l'immunoprophylaxie passive est représentée par le traitement des intoxications comme le botulisme. L'objectif est de neutraliser la plus grande quantité de toxine possible avant qu'elle ne se fixe sur les récepteurs nerveux, aussi bien en traitement d'un cas déclaré que lors d'une prophylaxie post-exposition précoce. L'efficacité diminuant nettement dès l'apparition des premiers symptômes (la toxine fixée ne peut plus être neutralisée), l'administration des immunoglobulines doit donc être la plus précoce possible. L'arsenal thérapeutique actuel comporte des sérums d'origine équine exposant à un risque d'accident de sensibilisation, des immunoglobulines hyperimmunes d'origine humaine provenant de sujets vaccinés, des fragments F(ab')₂ d'immunoglobulines, et des fragments heptavalents (ABCDEFG) provenant d'immunoglobulines équines.

Dans le cadre du traitement des complications de la vaccination antivariolique, des immunoglobulines d'origine humaine peuvent être préparées à partir de plasma de sujets vaccinés contre la variole.

CONCLUSION

La prise en charge de patients victimes d'un événement de type NRBC-E, qu'il s'agisse d'un acte terroriste ou d'un accident technologique, représente de nos jours un risque majeur, qui a été parfaitement intégré dans les systèmes de secours et de soins de la plupart des pays industrialisés. Si les caractéristiques organisationnelles de prise en charge extra-hospitalière de victimes radio- et chimio-contaminées sont relativement similaires lors de la phase initiale sur le terrain, en revanche la prise en charge de victimes contaminées par un agent biologique peut être très différente de par la pathogénie et la cinétique d'action de ces agents, et se rapproche plus de la prise en charge médicale classique de patients victimes d'un agent infectieux. Enfin, face à un événement de type « explosion », les intervenants extrahospitaliers, aussi bien secouristes qu'équipes médicales de Samu-Smur, doivent

désormais toujours avoir l'arrière-pensée d'un risque associé non-conventionnel de type nucléaire, radiologique, biologique et/ou chimique.

BIBLIOGRAPHIE

- 1** Les risques NRBC-E, savoir pour agir (2e édition). 336 pages & CD-ROM. Sous la direction de J.D. Cavallo, C. Fuilla, F. Dorandeu, P. Laroche, D. Vidal. Edition Xavier Montauban. 2010.
- 2** Circulaire du Premier ministre n°747/SGDN/PSE/PPS du 30 octobre 2009 relative à la doctrine de l'Etat pour la prévention et la réponse au terrorisme nucléaire, radiologique, biologique, chimique et par explosifs (NRBC-E).
- 3** Circulaire n° 700/SGDN/PSE/PPS du 26 avril 2002 relative à la doctrine nationale d'emploi des moyens de secours et de soins face à une action terroriste mettant en œuvre des matières chimiques.
- 4** Plan gouvernemental d'intervention en cas de menace ou d'acte terroriste de nature chimique toxique «PIRATOX» du 3 octobre 2003.
- 5** Circulaire n° 700/SGDN/PSE/PPS du 7 novembre 2008 relative à la doctrine nationale d'emploi des moyens de secours et de soins face à une action terroriste mettant en œuvre des matières chimiques.
- 6** Circulaire n° 800/SGDN/PSE/PPS du 23 avril 2003 relative à la doctrine nationale d'emploi des moyens de secours et de soins face à une action terroriste mettant en œuvre des matières radioactives.
- 7** Plan gouvernemental d'intervention en cas de menace ou d'acte terroriste de nature nucléaire ou radiologique «PIRATOME» du 3 octobre 2003.
- 8** Circulaire n° 800/SGDSN/PSE/PPS du 18 février 2011 relative à la doctrine nationale d'emploi des moyens de secours et de soins face à une action terroriste mettant en œuvre des matières radioactives.
- 9** Circulaire DHOS/HFD n° 2002-284 du 3 mai 2002 relative à l'organisation du système hospitalier en cas d'afflux de victimes.
- 10** Décret n° 2005-1764 du 30 décembre 2005 relatif à l'organisation du système de santé en cas de menace sanitaire grave et modifiant le code de la santé publique.
- 11** Plan gouvernemental d'intervention en cas de menace ou d'acte terroriste de nature biologique «BIOTOX» du 3 octobre 2003.
- 12** Décret n° 2003-313 du 3 avril 2003, instituant le plan national de réponse à une menace de variole.
- 13** http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/plan_variole_2006-2.pdf
- 14** http://www.invs.sante.fr/publications/guides_biotox/index.html (accédé le 13 /07/2012).
- 15** Circulaire du 20 mars 2003 relative à l'organisation de la distribution de médicaments dans le cadre d'une agression bio terroriste de grande ampleur.

- 16** Circulaire n° 750/SGDSN/PSE/PPS du 18 février 2011 relative à la découverte de plis, colis, contenants et substances suspectes de renfermer des agents radiologiques, biologiques ou chimiques dangereux.
- 17** Note n° 153/SGDN/PSE/PPS du 24 février 2009 relative à la présentation des missions et des principes d'organisation et de fonctionnement du réseau national des laboratoires Biotox-Piratox.
- 18** Beya E, Doucetb C, Duhamela P, et al. Brûlure par irradiation « approche thérapeutique innovante ». Ann Chir Plast Esthet 2010 ; 55 : 354-62.