Prise en charge des blessés radio-contaminés en opération extérieure : peut-on les évacuer par voie aérienne ?

A. Renard[a], F. Entine[b], P. Benner[a], Ch. Bombert[c], C. Carfantan[d], S. Travers[e, f], G. Gagna[b]

a Structure des urgences, HIA Sainte Anne, Structure des urgences, BP 600 – 83800 Toulon Cedex 09.
b Service de protection radiologique des armées 1 bis, rue du Lieutenant Batany - CS 50057 - 92141 Clamart Cedex.
c Structure des urgences, hôpital d'instruction des armées Robert Picqué, CS 80002 – 33882 Villenave d'Ornon Cedex.
d État-major opérationnel santé, DCSSA, 60 boulevard de Général M. Valin, CS21623 – 75509 Paris Cedex 15.
e 2e Centre médical des armées, 12e antenne médicale, Base 107, route de Gisy –78129 Vélizy-Villacoublay.
f École du Val-de-Grâce, 1 place Alphonse Laveran – 75230 Paris Cedex 05.

Résumé

Dans le contexte opérationnel actuel, en cas de blessure, les évacuations sanitaires sont précoces afin de respecter le paradigme de la médicalisation et chirurgicalisation de l'avant. L'explosion d'une bombe sale radio-contaminée est un scénario envisageable. Afin de respecter le principe du damage control, un patient catégorisé « alpha » devra être évacué précocement en confinant la contamination afin de prévenir le transfert vers les personnels soignants et la dispersion dans l'aéronef. Ce confinement est réalisé à l'aide d'une double couche de vinyle et d'une protection des voies aériennes supérieures. En développant les connaissances des intervenants (personnels sanitaires et navigants), cette technique autorise la prise en charge rapide du blessé hémorragique radio-contaminé selon le principe que l'urgence médico-chirurgicale prime sur la décontamination en ambiance NR. Il s'agit du concept de *Damage control* radiologique.

Mots-clés : Radiocontamination. Évacuation sanitaire. *Damage control* radiologique.

Abstract

MANAGEMENT OF RADIOCONTAMINED INJURED IN OPERATIONS: CAN THEY BE EVACUATED BY AIR?

In the current operational context, in case of injury, medical evacuations (medevac) are made early in order to respect the paradigm of onward medicalization and "surgicalization". The explosion of a dirty radio contaminated bomb is a conceivable scenario. In order to respect the damage control principle, an "alpha" patient must be evacuated early so as to confine contamination and prevent the transfer to caregivers and dispersion in the aeronef. This confinement is achieved thanks to a double layer of vinyl and a protection of the upper airways. The medical teams and navigation crews must be trained. This method allows the rapid care of the hemorrhagic radio contaminated injured patients, following the concept that medico-chirurgical emergency takes precedence over decontamination in a radio-nuclear environment. It is the concept of radiologic damage control.

Keywords: Medical evacuation. Radio contemned. Radiologic damage control.

Introduction

Toute source radioactive peut être à l'origine d'une exposition à des rayonnements ionisants, phénomènes physiques invisibles à l'origine d'une perception irrationnelle par les professionnels de santé et par les états-majors. Quand on évoque une source radioactive, il est classique de distinguer deux types de risque :

– le risque d'irradiation qui se définit par l'absence de contact entre la source et le patient. L'effet résulte de la propagation des rayonnements dans l'espace, parfois à très longue distance ;

– le risque de contamination qui se définit par l'existence d'un contact direct entre la source radioactive et l'organisme. Cette contamination est dite externe quand elle concerne la peau ou interne quand le radioélément a été incorporé.

En cas d'irradiation, l'urgence est dosimétrique puisque les effets sont déterminés par la dose. En cas de contamination, l'urgence est à la décontamination externe ou interne afin de limiter les effets des rayonnements ionisants.

A. RENARD médecin en chef. F. ENTINE, médecin en chef. P. BENNER, médecin en chef. Ch. BOMBERT, médecin en chef. C. CARFANTAN, médecin en chef. S. TRAVERS, médecin en chef, professeur agrégé du Val-de-Grâce. G. GAGNA, médecin en chef.
Correspondance : Monsieur le médecin en chef A. RENARD, Structure des urgences, HIA Sainte Anne, BP 600 – 83800 Toulon Cedex 09.
E-mail : aurelien.renard@intradef.gouv.fr

Plusieurs principes guident la prise en charge d'un blessé en ambiance NR (nucléaire et radiologique) (1) :

– un patient irradié n'irradie pas ;

– un patient porteur d'une contamination risque de la transmettre ;

– l'urgence médico chirurgicale prime sur la décontamination.

Un risque n'excluant pas l'autre, l'évacuation des patients blessés en ambiance NR pose le problème du transfert de la contamination. La doctrine du soutien médical lors des engagements opérationnels rappelle que le Service de santé des armées (SSA) inscrit son action dans le cadre d'une prise en charge qualitative et individualisée des blessés, y compris sous contrainte NRBC. Il dispose des capacités de prise en charge spécifiques pouvant être engagées sur le territoire national et à l'étranger.

Fort de ces constats, nous avons cherché à définir les scénarios, les conditions et les moyens d'évacuation aériens des blessés radio-contaminés lors des Opérations extérieures (OPEX).

Scénarii de dispersion de matières radioactives en OPEX

La doctrine du SSA répond à trois principes fondamentaux : la médicalisation de l'avant, la chirurgicalisation et réanimation de l'avant et l'évacuation médicale (MEDEVAC) systématique et précoce (2).

En ambiance radio-contaminée, ces règles doivent s'appliquer. Une des spécificités du risque NR est qu'à la phase précoce le patient ne présentera pas de signe physique de contamination. La priorité sera donc à la stabilisation des fonctions vitales et à l'évacuation vers la structure appropriée. Cependant, le patient radio-contaminé présentera un double risque médical :

– pour lui, par le risque de transfert de contamination externe en interne ;

– pour les personnels soignants par le risque de transfert de contamination et de dispersion au sein du vecteur d'évacuation et des structures d'accueil.

L'évacuation d'un blessé radio-contaminé pose donc le problème de la prise en charge médicale tout en évitant le transfert de contamination.

Quel que soit le scénario, le problème de l'évacuation d'un blessé radio-contaminé est différent selon que le patient soit valide ou non. Un patient valide peut être rapidement douché, équipé d'une tenue de protection légère puis évacué. Un patient non valide doit bénéficier d'une prise en charge plus spécifique.

En opération extérieure, les scénarios de dispersion des matières radioactives les plus probables sont soit l'association de matière radioactive à un dispositif pyrotechnique, « bombe sale », soit l'attaque d'une installation manipulant des matières radioactives. L'abandon d'une source scellée au sein d'un campement militaire n'est pas abordé dans cet article. Il pose en effet le problème de la prise en charge des blessés irradiés sans conséquence sur les conditions d'évacuation.

Utilisation d'une bombe sale

En OPEX, le scénario est celui de l'attaque d'un petit groupe de combattant, par un « IED » (*improvised explosive device*) contaminé par des produits radioactifs (3).

Risques liés à l'explosion

Un « IED » est un dispositif improvisé, fabriqué à partir d'objets courants. Il est constitué de dispositifs incendiaires, chimiques, pyrotechniques afin de blesser, détruire ou mutiler. Ces IED peuvent aussi contenir des matières radioactives et favoriser leur dispersion. Ils sont alors qualifiés de « bombe sale ». L'explosion d'un IED expose à plusieurs risques (4). Il existe une réaction exothermique responsable de brûlures. Une onde de choc est produite, son interaction avec certains tissus de l'organisme génère un effet de blast en particulier sur les tympans, les poumons et le tube digestif. Par ailleurs, les IED peuvent contenir des boulons, des pièces métalliques et des pointes responsables d'un polycriblage. Enfin, l'onde de choc peut projeter le patient ou divers matériaux.

Ainsi, les patients victimes de l'explosion d'un IED sont brûlés, blastés, polycriblés, polytraumatisés.

La priorité est alors à la prise en charge des blessures liées à l'explosion et à la stabilisation des fonctions vitales. Cette prise en charge repose sur le concept du *Damage control* (5-7).

Risques liés à la contamination

La nature des radioéléments dispersés par l'explosion d'une bombe sale est variable selon sa composition en radionucléides. Lors de l'explosion, les victimes proches de la source peuvent être soumises à une irradiation non négligeable, en plus du risque de contamination. L'urgence est alors aussi dosimétrique. C'est le trépied dosimétrique (clinique, biologique et physique) qui guide la thérapeutique. Stricto sensu, si le patient est seulement irradié, il ne pose pas de problème de transport. En effet, un patient irradié n'irradie pas et l'ensemble de la prise en charge « radiologique » doit être réalisée en milieu spécialisé.

Dans les faits, les patients proches de la source sont à la fois irradiés et contaminés. Quelle que soit la nature de la source détournée, les radioéléments dispersés vont émettre des rayonnements ionisants. Il s'agit de rayonnements qui ont la capacité d'ioniser les atomes, en particulier les molécules d'eau et l'ADN, induisant alors des dommages moléculaires et cellulaires parfois irréversibles.

En cas de contamination externe, c'est la peau (zone découverte) qui est le plus touchée. La spécificité de ces brûlures radio-induites réside dans la phase de latence entre l'exposition et l'apparition de lésions cutanées, le caractère douloureux de la brûlure radiologique (sensible aux anti-inflammatoires non stéroïdiens mais résistant aux morphiniques) et l'évolution clinique par vagues successives au cours des semaines. Les rayonnements Beta (β), qui ont un trajet court dans la matière et un transfert d'énergie linéique plus réparti, peuvent délivrer la totalité de leur énergie au niveau de la couche basale

des cellules de l'épiderme. Ils représentent ainsi le risque principal en cas de contamination externe.

En cas de contamination interne, les effets dépendent du rayonnement émis, de la sensibilité du tissu considéré et de la nature physico-chimique du radionucléide qui peut atteindre des organes cibles. Les rayonnements alpha (α), qui ont un parcours très faible dans la matière et un transfert d'énergie linéique très important, représentent le danger principal en cas de contamination interne. Ils peuvent causer des lésions importantes en cas d'ingestion ou d'inhalation.

Les rayonnements « X » ou gamma (γ) sont sans charge et sans masse, et interagissent moins avec la matière. Ils n'ont ainsi pas de réelle spécificité concernant le risque de contamination.

Par nature, l'explosion d'une bombe sale avec brûlures et polycriblages constitue une voie d'entrée dans l'organisme pour les radionucléides et donc de contamination interne certaine en cas de blessures. Il est difficile de prévoir la nature des radio-contaminants. Parmi les scénarios existant, l'utilisation de produits de fission est envisageable, mais c'est surtout le détournement d'une source radioactive accolée à un dispositif pyrotechnique qui est craint. Peu de données historiques rapportent de tels événements. En 1998, un groupe séparatiste Tchéchène a tenté d'utiliser un ensemble de produits radioactifs associé à une mine anti personnelle proche d'une voie ferrée.

Il n'est pas décrit en contexte opérationnel d'utilisation de bombe sale entre les belligérants. L'autorité de sûreté nucléaire a établi une liste (8) des principaux radio-contaminants. Elle est fondée sur leur dangerosité, c'est-à-dire leur capacité à émettre des rayonnements α et β et leur persistance (demi-vie importante). Ainsi, le cobalt 60, l'iode 131, le césium 137, l'uranium 235 et 238, le plutonium 239 et l'américium 241 sont les radio-contaminants les plus redoutés. En cas d'explosion de bombe « sale », la contamination externe va générer des brûlures radio-induites et la contamination interne des lésions en fonction du mode de contamination de l'organe cible.

En définitive, le praticien prend en charge des blessés polytraumatisés, brûlés, blastés, polycriblés, irradiés et contaminés.

À la suite d'une contamination externe, le risque principal est donc la survenue de brûlures radiologiques (effets déterministes). En cas de contamination interne, ce sont surtout les effets à long terme (plusieurs années) d'un cancer radio induit qu'il faut surveiller.

Les doses délivrées en cas d'explosion d'une bombe sale ne doivent généralement pas conduire à la survenue d'un syndrome d'irradiation global aigu. Le défi est alors de prioriser les lésions et d'orienter le bon patient vers la bonne structure dans le bon tempo.

Attaque d'une industrie utilisant des matières radioactives

Le scénario est celui de l'attaque d'une centrale nucléaire, d'un système d'armes, d'un hôpital doté de sources radioactives ou d'une industrie nucléaire dont l'explosion conduit à exposer un plus grand nombre de patients. Ce scénario semble plus probable sur le territoire national.

Risques liés à l'explosion

Il n'existe pas de spécificité quant à la nature des risques liés à l'explosion. Néanmoins en fonction du scénario retenu, l'intensité des lésions peut être très variable. L'attaque d'une centrale nucléaire n'a pas le même impact que celle d'un hôpital. Les patients sont brûlés, blastés, polycriblés, projetés ou écrasés.

Risques liés à la contamination

C'est l'intensité de la dispersion radioactive qui génère une irradiation majeure mais aussi une contamination étendue et importante aux abords de l'industrie visée. La nature des radionucléides dispersée ne peut être listée compte tenu de la diversité des scénarios envisagés. Pour autant, il faut rapidement les définir : anamnèse, nature du risque industriel, dosimétrie physique afin de mettre en œuvre les contres mesures spécifiques.

Réalisation des évacuations médicales : MEDEVAC

Organisation

Différents types de MEDEVAC (fig. 1)

Les MEDEVAC de l'avant et tactiques sont dites intra-théâtres du lieu de blessure vers une structure médicalisée voire chirurgicale ou entre deux unités médicales opérationnelles. Elles se situent dans les limites géographiques d'un théâtre d'opérations, éventuellement d'une zone de portée régionale préalablement définie.



Figure 1. Différents types de MEDEVAC sur le terrain (source EMO santé).

Les MEDEVAC stratégiques sont réalisées entre le théâtre d'opérations et le pays d'origine, un pays allié ou une autre zone prédéterminée.

Quels sont les vecteurs ?

Les vecteurs aériens peuvent être des hélicoptères, des avions de transport tactique ou stratégique. Leur

emploi peut faire l'objet de limitations dues pour l'essentiel au nombre de vecteurs disponibles, aux conditions d'exploitation des aéronefs ou aux contraintes opérationnelles d'occupation de l'espace aérien.

Régulation et organisation sur le terrain

La coordination et la gestion médicale des MEDEVAC tactiques est une responsabilité du PECC (*patient evacuation coordination cell*). La précocité de la MEDEVAC vers une structure chirurgicale étant l'un des facteurs les plus importants favorisant les chances de survie des blessés, les MEDEVAC à l'avant doivent être considérées comme des missions prioritaires quel que soit le contexte opérationnel parfois peu favorable.

Principes de prise en charge des patients

Le triage : catégoriser pour prioriser les évacuations

Le triage médical est une réponse à une situation où la capacité de prise en charge des patients est dépassée au regard des besoins. C'est une action qui doit s'adapter à la situation tactique, à la nature de la mission et aux ressources disponibles. C'est aussi un processus constant et dynamique. En condition opérationnelle, l'objectif du triage est d'orienter le patient vers la structure chirurgicale adaptée le plus rapidement possible. Les blessés radio-contaminés, qui seront évacués avant une décontamination, seront ceux qui justifient d'une prise en charge chirurgicale urgente qui ne souffre d'aucun délai et qui ne peuvent être décontaminés sur place. Selon les méthodes de triage, il s'agira des patients classés « UA » c'est à dire « urgences absolues », « T1 » ou « alpha ».

La méthode de triage française utilise la classification UA (urgence absolue) / UR (urgence relative). La doctrine nationale d'emploi des moyens de secours face à une action terroriste mettant en œuvre des matières radioactives (9, 10) précise que les UA avec détresse vitale devront être évacuées en priorité, par véhicule sanitaire adapté, en prenant soin d'éviter tout transfert de contamination. Par analogie, nous pouvons considérer qu'en contexte opérationnel, cette théorie s'appliquera à l'évacuation par aéronef.

La méthode de triage anglo-saxonne (11) est accessible aux secouristes sur le terrain. Il s'agit de la méthode START (*simple triage and rapid treatment*). Cette dernière permet en moins de 60 secondes d'attribuer au patient un code couleur selon son état : noir (décédé), rouge (requiert un traitement immédiat), jaune (peu attendre une heure), vert (peut attendre jusque 3 heures). C'est de cette méthode que découle le triage du TCCC (*tactical combat casualty care*) qui catégorise les patients de T1 (priorité chirurgicale) à T3 (surveillance et réévaluation). T4 correspond au patient *morituri* ne relevant que de soins de confort dans l'état actuel des ressources (réévaluation possible à tout moment) (12).

Pour les MEDEVAC, il est établi une correspondance entre le code couleur et les priorités d'évacuation : le patient alpha (rouge) doit être évacué en moins de 90 minutes, le patient bravo (jaune) en moins de 4 heures et le patient Charlie (vert) en moins de 24 heures.

C'est cette méthode qui est actuellement utilisée en OPEX.

Quelle que soit la méthode utilisée, le triage sur le terrain a un intérêt pour définir les priorités d'évacuation des blessés. C'est un processus continu, l'expérience des attentats de Paris (6) a en outre montré le bénéfice du « retriage » à l'admission pour optimiser l'orientation des malades. Ainsi, à son arrivée au *Role 2, 3* ou *4*, le patient doit être réévalué afin de préciser de nouveau si la nécessité de prise en charge chirurgicale prime sur la décontamination.

Spécificités du triage en milieu radio-contaminé

Une analyse récente de la littérature souligne la difficulté du triage en situation de catastrophe et en particulier en cas d'événement NRBC (13). La priorité d'évacuation est définie par la nécessité d'un recours rapide à un geste hémostatique. Pour autant, en contexte radiologique, il convient de définir si le patient présente des signes d'irradiation et/ou de contamination.

Concernant l'irradiation, l'évaluation clinique repose sur l'existence de signes digestifs, cutanés et neurologiques. En l'absence d'autre cause, un patient présentant une détresse neurologique (état de mal épileptique, inconscience) est suspect d'une irradiation globale aigue avec une dose supérieure à 15 Gy, rendant toute réanimation vaine. D'une manière générale, tout symptôme sévère apparaissant dans les trente minutes qui suivent l'exposition à une source radioactive fait considérer le patient comme un irradié grade 3 pour lequel aucune ressource thérapeutique n'est possible (14), en dehors d'une prise en charge palliative.

La contamination peut être externe (sur la peau), la spécificité réside dans la latence entre l'exposition et l'apparition de la brûlure radio induite. Le danger est principalement représenté par les émetteurs β. La contamination peut être interne. La pénétration peut alors se faire par trois portes d'entrée : le poumon, le tube digestif et la peau lésée ou saine. Le danger est lié aux émetteurs beta ou alpha. Les effets varient en fonction de la dose et de l'organe cible.

Compte tenu de ces éléments, il est très difficile de définir des signes spécifiques de contamination sur le terrain. Le plus souvent, la détection ne peut être mise en œuvre qu'à l'arrivée dans une structure disposant des appareils adaptés. Ainsi, les priorités d'évacuation sont définies par la nécessité d'un recours à un traitement chirurgical et tous les patients exposés à la source radioactive sont suspects de contamination jusqu'à la mise en œuvre d'une détection efficace.

Même s'il existe peu de spécificités de triage chez les patients radio-contaminés, la société française de médecine de catastrophe propose une catégorisation de victimes exposées à un toxique NRBC (Annexe 1).

Le *Damage control*

L'ensemble des techniques de conditionnement du blessé de guerre sont enseignées aux médecins et infirmiers du SSA, notamment lors du stage de sauvetage au combat de niveau 3 (SC3) (15).

L'objectif est de limiter les morts évitables. Les trois principes majeurs du *Damage control* sont : l'arrêt de

Annexe I. Triage en milieu NRBC (d'après la Société française de médecin de catastrophe).

Catégorisation	Type de lésion	
UA	EU : extrême urgence	Dans un contexte de contamination, une EU est une UA nécessitant un geste chirurgical de sauvetage.
	U1 : première urgence	Victimes menacées par la décompensation d'une fonction vitale.
	UF : urgence fonctionnelle	Lésions caractérisées par leur topographie (œil, visage, main), l'absence de mise en jeu du pronostic vital, la possibilité d'un impact fonctionnel ou esthétique.
UP	Urgences Potentielles	Lésions susceptibles de s'aggraver soit inopinément soit du fait du transport.
UR	U2 : deuxième urgence	Victimes présentant des blessures ou des symptômes n'engageant pas le pronostic vital à court terme.
	U3 : troisième urgence	Blessures légères caractérisées par l'absence d'évolutivité, la possibilité d'une évacuation dans un délai supérieur à 18 heures et sans médicalisation du transport.
UD	Urgences dépassées	Traitement chirurgical différé ; lésions gravissimes ne pouvant pas être traitées immédiatement et ne laissant que peu de chances de survie.

l'hémorragie, l'hypotension permissive et la prévention de la coagulopathie traumatique (16).

L'arrêt de l'hémorragie repose sur l'utilisation de moyens hémostatiques (garrots, pansements hémostatiques, clamps…) associée à un transport le plus rapide possible vers une structure chirurgicale. L'hypotension permissive permet de prévenir les effets délétères de l'hémodilution sur la coagulation, tout en maintenant une pression de perfusion cérébrale et coronarienne suffisante (17). La prévention de la coagulopathie induite par le traumatisme repose sur l'utilisation d'un anti-fibrinolytique : l'acide tranexamique. (18). Le *Damage control ressuscitation* correspond à un parcours de soin maîtrisé et ne doit pas être confondu avec le *scoop and run* (7). Il ne faut pas confondre vitesse et précipitation et le patient doit bénéficier de toutes les thérapeutiques permettant de le stabiliser avant et pendant le transport. En médecine civile, le bénéfice de la médicalisation pré-hospitalière a d'ailleurs été démontré (19).

Dans la situation du blessé polytraumatisé et radio-contaminé, l'écueil du scoop and run est le sous-triage qui risque de saturer les vecteurs de transport avec des malades « pas assez » ou « trop » graves empêchant alors les malades ciblés de bénéficier du traitement adapté.

Les malades devant bénéficier d'une hémostase chirurgicale sont donc évacués en priorité vers la structure chirurgicale la plus proche du combattant (20).

Spécificités liées à la contamination

La décontamination externe

La décontamination externe a pour objectifs de limiter les effets locaux et de prévenir le transfert de contamination externe en contamination interne.

Elle ne doit cependant pas retarder l'évacuation d'un blessé hémorragique instable. L'objectif est de l'acheminer rapidement vers la structure où il pourra bénéficier du traitement hémostatique adapté.

L'objectif est donc de contenir la contamination afin d'éviter dispersion et le transfert de contamination. Le principe de la double couche de vinyle répond à ce besoin (Annexe 2).

En cas de saturation des vecteurs ou dans l'attente de l'évacuation, les patients peuvent bénéficier d'une décontamination externe à l'aide du lot de décontamination interventionnelle (LDI). Le LDI a été développé par le SSA afin de médicaliser une victime NRBC avant qu'elle ne soit complétement décontaminée. Il comporte les antidotes et les compléments nécessaires pour prendre en charge cinq victimes NRBC graves.

En cas d'événement chimique, la mise en œuvre de ce LDI est indispensable. Le risque de transfert de contamination est en effet très élevé et le confinement risque d'aggraver l'état de la victime. Aucune MEDEVAC ne peut avoir lieu pour un blessé contaminé chimique, sans avoir au moins bénéficié d'une décontamination sommaire (21).

La problématique est différente pour les blessés NR. Cependant, en fonction des contraintes opérationnelles, des priorités d'évacuation définies par le triage et des délais de mise en œuvre de la MEDEVAC, l'utilisation du LDI n'est pas interdite.

La décontamination interne

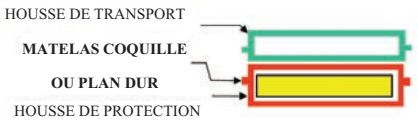
La gravité de la contamination interne dépend de la nature du radionucléide incriminé, de la quantité absorbée, de son temps de contact avec l'organisme et de son tropisme pour l'organe touché. Pour diminuer les effets du radionucléide impliqué, il convient d'administrer précocement un antidote, spécifique ou non pour atténuer les risques. Ce traitement est d'autant plus efficace qu'il est administré tôt. Les antidotes utilisés ont peu d'effets secondaires et de contre-indications et doivent donc être administrés sur simple suspicion. Le principe d'action des antidotes repose sur l'accélération de l'élimination du radionucléide par les systèmes naturels d'épuration (rénale et digestif) en raccourcissant la période biologique du radionucléide.

La Pharmacie centrale des armées (PCA) fabrique et conditionne la plupart des antidotes dédiés aux contres mesures de la contamination interne. En opération extérieure, le LDI peut être prépositionné en fonction du contexte ou acheminé par un des vecteurs d'évacuation.

(Circulaire n° 800/SGDM/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)

Avant de relever le patient sur le terrain :

Le matelas coquille (ou plan dur) est enveloppé de vinyle ou mieux introduit dans une housse de vinyle (housse de protection). Une deuxième protection de vinyle ou une deuxième housse de vinyle (housse de transport), destinée à accueillir la victime contaminée, est posée sur le matelas coquille.



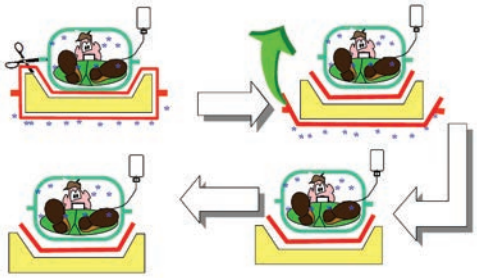
Au PRV (point de regroupement des victimes) ou sur la zone de relevage :

Le matelas coquille est amené à proximité de la victime. La victime est relevée et déposée dans la housse de transport qui est refermée en laissant libres la tête et les bras (pour faciliter une perfusion à venir ou la surveillance de la pression artérielle). Le matelas coquille est mis en dépression.



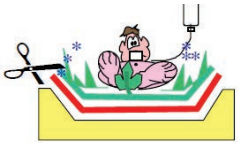
En sortie de PRV, aux abords de l'aéronef (PRE : point de répartition des évacuations) :

Découpe de la housse de protection au niveau du bord supérieur du matelas coquille en dépression.
Abandon sur place de la partie inférieure de la housse de protection contaminée.
Transfert du matelas coquille à du personnel chargé de mettre en place le patient dans l'aéronef.



Mise en place dans l'aéronef :

Le brancard, l'intérieur du véhicule et le matériel (dans la mesure où son utilisation reste possible) ont été préalablement recouverts de vinyle. Dépose du matelas coquille non contaminé sur le brancard de l'aéronef.
À cours du transport en cas d'urgence, la housse de transport dans laquelle est placée la victime est ouverte et ses bords sont roulés sur eux-mêmes. Les vêtements de la victime sont incisés couche par couche. La contamination du cuir chevelu peut être confinée par la mise en place d'un calot de chirurgien.



Il contient, du DTPA (acide diéthylène triamine penta acétique), du bleu de Prusse et des comprimés d'iodure de potassium. Ils pourront être administrés le plus tôt possible y compris pendant la MEDEVAC. Le traitement est mis en œuvre « *a priori* » pour toute personne suspecte de contamination. À partir des données de la fiche PIRATOME n°1 (22) et de la composition du lot LDI, nous proposons un tableau de mise en œuvre des antidotes en fonction du radionucléide suspect. Dans le doute, l'association du DTPA IV, du bleu de Prusse et des comprimés d'iodure de potassium peut être délivré pendant la MEDEVAC.

Tableau I. Résumé des antidotes à mettre en œuvre de manière probabiliste en cas de contamination interne.

Radio nucléide	Antidotes	Posologie
Cobalt 60	DTPA IV	0,5 g IV
Iode 131	Iodure de potassium	2 comprimés
Césium 137	Bleu de prusse	3 g x 3/jour
Uranium 235 et 238	Bicarbonate de sodium 1,4 %	absence du LDI / 250 ml en IV
Plutonium 239	DTPA IV et/ou inhalé	0,5 g IV / 3 gélules micronisées
Américium 241	DTPA IV et/ou inhalé	0,5 g IV / 3 gélules micronisées

Propositions de réponses aux difficultés présentées

Le principe selon lequel l'urgence médico-chirurgicale prime sur la décontamination ne varie pas. Par conséquent, les patients contaminés en urgence relative (ou impliqués) doivent être décontaminés au sortir de la zone de danger et adressés vers les structures de soins adaptées une fois indemnes de contamination. Ils sont pris en charge comme les blessés conventionnels.

À l'inverse, les patients instables doivent être évacués afin de bénéficier des soins nécessaires. Il faut donc stabiliser les fonctions vitales tout en limitant le risque de transfert de contamination : transfert de contamination externe vers la contamination interne pour le patient et transfert de contamination vers les intervenants.

Protection des patients

Une fois le relevage effectué, le patient est adressé vers le point de regroupement des victimes (PRV / nid de blessés) en zone sûre. Il est enveloppé dans une housse de vinyle en laissant libre la tête et les bras. Il est déposé sur un brancard préalablement vinylé. Les voies aériennes sont protégées par un masque de type FFP2 ou FFP3 (ou un masque délivrant de l'oxygène à haute concentration si nécessaire). Une charlotte est disposée sur les cheveux du patient pour contenir la contamination. Il est adressé au point de répartition des évacuations dans ces conditions. Avant de monter dans l'aéronef, la partie contaminée de la housse de protection du matelas coquille est découpée puis le brancard est installé dans l'aéronef préalablement vinylé.

Protection des intervenants

En l'absence de risque chimique, les tenues de protection en papier tissé de type TYVEC® sont suffisantes pour le risque radiologique (fig. 2). Elles sont moins contraignantes que des tenues NRBC plus étanches et facilitent la réalisation des gestes de stabilisation du patient. Par ailleurs, leur légèreté les rend plus compatible avec une utilisation prolongée. Le port de ces tenues et de deux paires de gants en latex permet de prévenir le transfert de contamination externe (23).

Afin d'interdire le risque de contamination interne, les intervenants devront porter une charlotte, des lunettes de protection et un masque de type FFP2 ou FFP3 protégeant les voies aériennes supérieures. Un déshabillage soigneux en zone dédiée à l'issue de la MEDEVAC éliminera toute trace de contamination radiologique.

Il est peu probable que les intervenants soient exposés à un risque d'irradiation pendant le transport, mais les soignants et le personnel naviguant doivent être équipés de dosimètres passif et opérationnel sous leurs tenues de protection. Le port de dosimètre pourra en particulier fournir des éléments précieux en cas de contentieux.



Figure 2. Photographie montrant le port de la tenue de protection Tyvec® chez les intervenants et la double couche de vinyle découpée après MEDEVAC par hélicoptère.

Protection des aéronefs

MEDEVAC par hélicoptères

Les MEDEVAC tactiques sont réalisées au sein du théâtre opérationnel. L'hélicoptère est le vecteur de choix. Pour autant, dans la bande sahélienne, les élongations sont grandes et les avions de type CASA-nurse sont aussi utilisés. Le principe de la protection du vecteur est la « vinylisation » de la soute de transport des patients et la protection des équipes navigantes. Il peut sembler difficile pour les pilotes de revêtir une tenue de protection en papier tissé. Cela risque de les gêner dans la conduite de l'aéronef constituant ainsi une menace pour l'ensemble du personnel. Des expérimentations ont été menées pour permettre au personnel navigant de voler en ambiance NRBC. Un programme « EPIA » qui doit aboutir en 2023, prévoit la mise en place de tenue de protection individuelle. En attendant, des études ont été réalisées afin d'évaluer la tenue T3P-PN avec des gants butyle. Les retours d'expérience ont mis en évidence la difficulté du port du masque « Ephèse ». D'un point de vue ergonomique, il faut adapter la longueur des tuyaux. Par ailleurs, un risque d'étouffement en cas de vomissements a été identifié. Enfin, le port de ce masque réduit le champ de vision, en particulier lors de vols nocturnes. D'autres expérimentations avec la tenue Félin NRBC sont encourageantes. Le problème de protection des voies aériennes supérieures n'a pas été évalué. L'autre solution est d'isoler le cockpit de la soute à l'aide de panneaux ou rideaux de vinyles fixés en haut et en bas de la carlingue de l'hélicoptère (fig. 3). Des prédécoupes peuvent être réalisées afin d'accéder à une zone ou une autre en cas de nécessité.



Figure 3. Isolement du poste de pilotage de la soute, prédécoupe de vinyle en cas de besoin. (source SPRA).

MEDEVAC par avion

Aucune donnée opérationnelle concernant l'existence d'une procédure de ce type n'est disponible. Cela est dû d'une part à l'absence d'expérience et d'autre part à la confidentialité qu'un tel engagement implique. Néanmoins, un exercice a récemment été réalisé dans le cadre d'un accord entre les départements de la Manche et le ministère des Armées. En effet, la fermeture du centre hospitalier des armées de Cherbourg a signifié la fin de la possibilité d'accueil local des blessés radio-contaminés. Il a donc été développé des procédures de transport aérien de blessés radio-contaminés de Cherbourg vers l'hôpital d'instruction des armées (HIA) Percy. En 2010 et en 2017, cette procédure a été mise en œuvre lors d'exercices. Elle a utilisé en outre des simulants radiologiques afin d'évaluer le confinement radioactif.

Le principe est d'isoler complétement la soute du poste de pilotage à l'aide vinyle (fig. 4). Les joints sont faits à base de tarlatane et les issues de secours sont prédécoupées dans le vinyle (fig. 5).



Figure 4. Vinylisation de la soute par une équipe dédiée (source SPRA).



Figure 5. Le vinyle est découpé au niveau des points d'arrimage (source SPRA).

La vinylisation de l'ensemble de l'aéronef est chronophage car elle nécessite cinq personnels entraînés pendant trois heures. Le vol pour rejoindre le lieu d'évacuation peut être mis à profit. Au-delà des délais de mise en œuvre, l'exercice a permis d'identifier que la vinylisation de la rampe est dangereuse car glissante.

Conclusion

En opération extérieure, le scénario d'évacuation médicale de patients radiocontaminés le plus réaliste est celui d'une MEDEVAC tactique d'un faible effectif de patients dont la nature des lésions impose généralement une évacuation rapide. La réalisation d'une MEDEVAC stratégique chez des patients n'ayant bénéficié d'aucune forme de décontamination nous semble moins probable.

Dans ces conditions, le paradigme du SSA qui consiste à prendre en charge de manière individualisée et qualitative les blessés doit être respecté. La priorité consiste à catégoriser les patients afin d'orienter rapidement ceux qui en ont besoin vers le traitement chirurgical salvateur. Cette prise en charge est complexe car elle impose une protection efficace des malades, des personnels soignants et des navigants, le tout dans un contexte anxiogène.

Comme d'autres, nous pensons que la réponse n'est pas univoque mais doit être adaptative et proportionnée. C'est à dire qu'elle dépend du contexte opérationnel et de la balance entre l'offre de soins et les besoins (24). Ainsi, le transport d'un patient radio-contaminé est possible sous réserve que les équipes soignantes et navigantes soient préparées. Le principe qui doit guider cette évacuation peut s'apparenter au principe d'ALARA « *as low as reasonably achievable* » (25). Il s'agit, en définitive de mettre en œuvre un « *damage control radiologique* ». C'est à dire de protéger les équipes avec une tenue adaptée, de protéger le vecteur selon de principe de la vinylisation tout en stabilisant un patient polytraumatisé et contaminé sans retarder son évacuation vers le geste chirurgical salvateur.

En tout état de cause, nul doute que Asimov avait raison quand il disait que « pour réussir il ne suffit pas de prévoir mais il faut savoir improviser ».

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. S. Bohand, G. Gagna, X. Michel, A. Cazoulat, JC Amabile. Prise en charge du blessé de guerre en ambiance nucléaire. In Le blessé de guerre : Stéphane Mérat. Ed Arnette, Paris 2014;22:429-42.
2. Principes de médicalisation d'une victime NRBC par le SSA. Publication interarmées N° 506999/DEF/DCSSA/PC/ERS/NP du 27 mars 2014.
3. A. Sohier, F. Hardeman. Radiological Dispersion Devices: are we prepared ? : J. Environ. Radioactivity 85, 2006:171-81.
4. Thomas G. Ferreri. EMS, Improvised Explosive device and terrorist activity: StatPearls Publishing; 2018 Jan.
5. Tourtier JP, Palmier B, Tazarourte K, et al. Le concept de damage control: extension préshopitalière du paradigme. Ann Fr Anesth Reanim 2013;32:520.
6. Hirsch M, Carli P, Nizard R, et al. The medical response to multisite terrorist attacks in Paris. Lancet 2015;386:2535-8.
7. Carli P, Puidupin A, Braun F. Le *damage control* pré-hospitalier n'est pas le scoop and run. Journal Européen des Urgences et de Réanimation 2017;29:3-7.
8. Guide sur l'intervention médicale en cas d'événement nucléaire ou radiologique, publié le 15/7/2008.
9. Doctrine du soutien médical aux engagements opérationnels, la Doctrine interarmées (DIA)-4.0.10_SOUTMED-OPS(2014).
10. Circulaire n°800 / SGDN / PSE / PPS du 2 Avril 2003.
11. Benson M, Koenig KL, Schultz CH. Disaster triage: START, then SAVE, a new method of dynamic triage for victims of a catastrophic earthquake. Prehosp Disaster Med 1996;11:117-24.
12. Mass Casualty. OTAN AJP-4.10(A) Allied Joint Medical Support Doctrine, March 2006.
13. Cooke T, Chesters A, Grier G. A systematic literature review of the pre-hospital lessons identified following mass casualty deliberate bombing incidents. Emerg Med J. 2017 Dec;34(12).
14. Conférence de consensus, les Vaulx de Cernay, 2003.
15. Enseignement du sauvetage au combat : Référentiel de formation validé sous le numéro d'enregistrement : 0309/EVDG/DPMO du 30 mars 2012.
16. Harris T, Davenport R, Mak M, Brohi K. The envolving science of trauma resuscitation. Emerg Med Clin North Am. 2018 Feb;36(1):85-106.
17. Schreiber M, Meier N, Tisherman S, and al. A controlled resuscitation strategy is feasible and safe in hypotensive trauma patients: Results of a prospective randomized pilot trial. Journal of Trauma and Acute Care Surgery 2015;78:687-97.
18. Roberts I, Shakur H, Coats T, et al. The CRASH-2 trial: a randomised controlled trial and economic evaluation of the effects of tranexamic acid on death, vascular occlusive events and transfusion requirement in bleeding trauma patients. Health Technol Assess 2013;17(10):1-79.
19. Tissier C, Bonithon-Kopp C, Freysz M. État des lieux de la prise en charge des traumatisés graves en France ; enseignement de l'étude FIRST. Ann Fr Anesth Reamin 2013;32: 465-71.
20. D'Angelo M, Losch J, Smith B, and al. Expeditionary Resuscitation Surgical Team: The US Army's Initiative to Provide Damage Control Resuscitation and Surgery to Forces in Austere Settings. J Spec Oper Med. Winter 2017;17(4):76-9.
21. Michel X, Nespoulos O, Munos F, Dampierre H, Dorandeu F. Adaptation du soutien sanitaire sous contrainte NRBC : le lot de décontamination interventionnelle (LDI) et l'unité mobile de décontamination des armées (UMDA). In Le blessé de guerre : Stéphane Mérat. Ed Arnette, Paris 2014;23:443-50.
22. Fiche Piratome n°1 « Principes de traitements et choix des antidotes » Principes généraux relatifs au traitement à instaurer dans les toutes 1res heures (< 24 heures) d'une personne présentant une contamination interne, avérée ou suspectée, par un ou plusieurs radionucléides : Agence nationale de sécurité des médicaments et des produits de santé. Édition du 30 novembre 2010 Mise à jour le 23 janvier 2014.
23. Valentin J and al. Protecting people against radiation exposure in the event of a radiological attack. A report of The International Commission on Radiological Protection. Ann ICRP. 2005; 35(1):1-110.
24. Poston JW, Ford JR. How do we combine science and régulations for decision making following a terrorist incident involving radioactive materials ? Health Ohys 2009 Nov;97(5):537-41.
25. Wolbarst AB, Wiley AL Jr, Nemhauser JB, Christensen DM, Hendee WR. Medical response to a major radiologic emergency: a primer for medical and public health practitioners: Radiology. 2010 Mar;254(3):660-77.

