

Treizième session
Genève, 6-10 mars 2006
Point 7 de l'ordre du jour
Restes explosifs de guerre

Groupe de travail des restes explosifs de guerre

Évaluation des risques relatifs présentés par les catégories de munitions explosives qui deviennent des restes explosifs de guerre: Méthodologie

Document de travail établi par le Royaume-Uni de Grande-Bretagne
et d'Irlande du Nord

Résumé directif

1. Les restes explosifs de guerre (REG) constituent à l'heure actuelle un sujet de préoccupation d'ordre humanitaire. Les REG (qui englobent les munitions tirées non explosées et les munitions explosives abandonnées) présentent des risques pour les populations civiles aussi bien que pour les opérations militaires. Des organisations internationales ont engagé un processus de réflexion sur les moyens d'amoindrir l'incidence des REG en vue de réduire le nombre de civils tués ou blessés par ces restes, et dans un souci de prévention. Dans le cadre de ce processus, le Royaume-Uni a proposé de mettre au point une méthodologie aux fins de déterminer objectivement quelles munitions font peser les plus grands risques sur les populations civiles en menaçant de devenir des REG. Dans le présent rapport sont exposées deux méthodologies objectives (l'une applicable aux munitions non explosées et l'autre aux munitions explosives abandonnées) pour l'évaluation des risques d'ordre humanitaire inhérents à différentes catégories de munitions explosives. Ces méthodes reposent sur des fondements théoriques et leur paramétrage suppose la compilation d'un volume considérable de données et la mise au point de modèles informatiques.

2. Évaluer les risques relatifs suppose de classer au préalable les différentes munitions explosives par catégories. Une classification initiale (reposant sur la classification britannique des munitions explosives) figure dans le présent rapport. Une classification définitive devra être établie en se fondant sur la terminologie internationale en usage chez les experts en la matière.

Méthodologie pour les munitions non explosées

3. La démarche proposée pour évaluer les risques relatifs d'ordre humanitaire que présentent les différentes catégories de munitions explosives dans un environnement postérieur à un conflit combine les facteurs suivants:

- i) Les nombres relatifs de chaque catégorie de munitions explosives utilisées dans le conflit;
- ii) Le taux de défaillance de chaque catégorie;
- iii) La profondeur d'enfouissement des catégories de munitions non explosées et la probabilité relative pour une personne de trouver une munition non explosée à une profondeur d'enfouissement donnée;
- iv) La létalité des munitions non explosées.

4. Cette démarche présente plusieurs limites, en particulier le fait qu'elle ne tient compte ni de la probabilité d'interaction entre une personne et une munition non explosée une fois que cette dernière a été repérée ni de la probabilité qu'une telle munition se déclenche du fait d'un agent extérieur – ces points n'étant pas couverts faute de données objectives.

Méthodologie pour les munitions explosives abandonnées

5. La démarche proposée pour évaluer les risques relatifs d'ordre humanitaire inhérents aux différentes catégories de munitions explosives abandonnées dans un environnement postérieur à un conflit combine les facteurs suivants:

- i) La plate-forme de tir des différentes catégories de munitions explosives (un indice de risque minimal étant affecté aux plates-formes aériennes et aquatiques);
- ii) Les quantités respectives des différentes catégories de munitions explosives tirées d'une plate-forme terrestre durant le conflit;
- iii) La probabilité relative pour une personne non informée de faire éclater une catégorie donnée de munitions explosives;
- iv) La létalité de chaque catégorie de munitions explosives.

6. Cette démarche présente les limites suivantes: elle ne tient compte ni de la réutilisation intentionnelle, ni de l'aspect stabilité des munitions explosives endommagées, ni de la possibilité de détonations multiples de munitions explosives abandonnées dans un dépôt de munitions.

Introduction

Aperçu du problème

7. Les restes explosifs de guerre (REG) constituent à l'heure actuelle un sujet de préoccupation d'ordre humanitaire. Il a été pris en considération dans la Convention de 1980 sur l'interdiction ou la limitation de l'emploi de certaines armes classiques qui peuvent être considérées comme produisant des effets traumatiques excessifs ou comme frappant sans discrimination (Convention sur certaines armes classiques).

8. Les REG (qui englobent les munitions tirées non explosées et les munitions explosives abandonnées) présentent des risques pour les populations civiles et les opérations militaires. En application des dispositions de la Convention sur certaines armes classiques, des organisations internationales réfléchissent aux moyens d'amoindrir l'incidence des restes explosifs de guerre en vue de réduire le nombre de civils tués ou blessés par ces restes, et dans un souci de prévention.

9. En 2004, le Royaume-Uni a proposé de réaliser une étude sur la manière de déterminer quelles munitions présentent les plus grands risques pour les populations civiles en menaçant de devenir des restes de guerre explosifs. Les évaluations effectuées jusqu'à présent sont subjectives et aucune méthodologie objective n'a encore été mise au point pour mesurer les risques relatifs que présentent les différentes catégories de munitions. Il a donc été demandé au Royaume-Uni de poursuivre sa réflexion sur la détermination des risques, et le présent rapport fait suite à cette demande.

Définitions

10. Aux fins du présent rapport, on entend par:

- i) **Munition explosive** – une munition classique contenant un explosif, à l'exception des mines, pièges et certains autres dispositifs;
- ii) **Munition non explosée** – une munition explosive qui a été amorcée, munie d'un détonateur, armée ou préparée de quelque autre manière pour être employée dans un conflit armé, et qui a été employée dans un conflit armé; elle a pu être tirée, larguée, lancée ou projetée et aurait dû exploser mais ne l'a pas fait.
- iii) **Munition explosive abandonnée** – une munition explosive qui n'a pas été employée dans un conflit armé, qui a été laissée ou mise en décharge par une partie à un conflit armé et qui ne se trouve plus sous le contrôle de la partie qui l'a laissée ou mise en décharge. Une munition explosive abandonnée a pu être ou ne pas être amorcée, munie d'un détonateur, armée ou préparée de quelque autre manière pour être employée.
- iv) **Restes explosifs de guerre (REG)** – les munitions non explosées et les munitions explosives abandonnées.

Champ du rapport

11. Le processus d'évaluation des risques relatifs d'ordre humanitaire que présentent les différentes catégories de munitions explosives dans un environnement postérieur à un conflit comporte deux phases:

Phase 1 – Élaboration de la méthodologie d'évaluation des risques;

Phase 2 – Mise en œuvre de la méthodologie d'évaluation des risques.

Le présent document porte sur la première de ces deux phases.

Objet

12. Le présent rapport a pour objet d'exposer une méthodologie objective propre à évaluer les risques relatifs d'ordre humanitaire que présentent les différentes catégories de munitions explosives dans un environnement postérieur à un conflit.

Axe principal

13. Les diverses zones de conflit et les différents types de conflit ne sont pas pris en considération dans le cadre du processus. Il s'agit de déterminer un risque relatif moyen pour toutes les zones de conflit potentielles, même si force est de constater que ce risque varie sans doute sensiblement en fonction du type de conflit et de la zone de conflit.

14. Le présent rapport porte sur les munitions non explosées et les munitions explosives abandonnées. Ces deux types de restes explosifs de guerre soulèvent des questions très différentes et sont donc traités séparément plus loin dans le présent rapport.

15. L'axe principal du rapport est le déclenchement accidentel de restes explosifs de guerre par des civils. La réutilisation de munitions explosives abandonnées par des combattants ou des civils n'est pas prise en considération.

16. La méthodologie exposée dans le présent rapport porte exclusivement sur le milieu terrestre. Les masses d'eau de mer et d'eau douce ne sont pas prises en considération, même s'il est notoire que des munitions explosives tirées ou abandonnées peuvent se trouver dans une masse d'eau et être repêchées accidentellement et présenter alors un danger.

Aperçu de l'évaluation du risque que présentent les restes explosifs de guerre

17. L'évaluation des risques est un processus systématique visant à déterminer les différents aléas et dans quelle mesure ils sont susceptibles d'occasionner des dommages.

18. Pour toute activité, une évaluation des risques s'effectue en général en combinant deux éléments:

- i) La probabilité de l'occurrence d'un événement;
- ii) Les conséquences de cet événement.

19. L'équation est la suivante en ce qui concerne les restes explosifs de guerre:
- i) La probabilité pour une personne de déclencher accidentellement une munition non explosée ou une munition explosive abandonnée dans un environnement postérieur à un conflit;
 - ii) L'ampleur des lésions provoquées par l'explosion – pouvant aller jusqu'à la mort.
20. La probabilité pour une personne de déclencher une munition explosive non explosée ou abandonnée dans un environnement postérieur à un conflit est fonction d'un grand nombre de facteurs. Un nombre moindre de facteurs (principalement la conception de la munition et la distance entre la victime et l'engin) détermine l'ampleur des blessures ou le décès qu'occasionne le déclenchement d'une munition explosive non explosée. Les facteurs influant sur ces deux déterminants du risque sont exposés aux paragraphes 27 à 42.

Inventaire des ouvrages consacrés à l'évaluation des risques que présentent les restes explosifs de guerre

21. Les recherches entreprises en vue de déterminer si des ouvrages avaient déjà été consacrés à la comparaison des risques que présentent différentes catégories de munitions explosives non explosées ou abandonnées dans un environnement postérieur à un conflit ont fait apparaître que très peu d'ouvrages présentent un intérêt direct (voir les références [1], [2] et [3] dans la liste des références) dans l'optique du présent rapport. Ces recherches ont en outre mis en évidence l'existence d'un nombre plus élevé d'ouvrages traitant des REG et des munitions non explosées sans aborder l'évaluation des risques inhérents à ces REG; ces ouvrages portent sur les grands points suivants:
- i) Les risques inhérents à l'enlèvement des sites militaires de munitions explosives non explosées ou abandonnées (voir, par exemple, l'inventaire des méthodologies d'évaluation des risques que présentent les munitions non explosées, établi par la RAND corporation (États-Unis), référence [4]);
 - ii) Les risques de contamination chimique du sol par des résidus chimiques d'explosifs (voir également la référence [4]);
 - iii) Les questions juridiques/politiques que soulèvent les REG (la majorité de ces documents est disponible sur l'Internet).

22. Une gradation sommaire, et plutôt subjective, des risques (faibles, moyens, élevés) d'ordre humanitaire que présentent diverses catégories de munitions explosives dans un environnement postérieur à un conflit a déjà été réalisée dans l'ouvrage cité en référence [1]. Dans ce même ouvrage est en outre exposée une méthodologie susceptible de servir à évaluer objectivement le risque humanitaire absolu¹, la seule répertoriée dans les ouvrages consultés, qui consiste principalement à recourir aux données relatives aux victimes et aux quantités des différentes

¹ Dans le présent rapport, ici et plus loin par «risque absolu» on entend le risque réel quantifiable (par exemple le nombre de personnes par unité de surface tuées dans un pays donné par une munition explosive) et par «risque relatif» le risque présenté par une catégorie de munitions explosives par rapport aux autres (par exemple, la catégorie A présente un risque 10 fois supérieur à celui de la catégorie B).

catégories de munitions explosives présentes dans diverses zones ayant connu un conflit. Cette démarche se heurte à un obstacle majeur car il est difficile d'obtenir des données objectives sur lesquelles fonder l'analyse. Dans l'ouvrage en question (référence [1]) figurent les conclusions suivantes:

«On ne dispose pas de bilan global objectif des personnes blessées ou tuées par des REG en environnement postérieur à un conflit.

Les données mises à disposition par les organismes intéressés sont en général insuffisamment détaillées pour permettre de tirer des conclusions utiles sur la létalité relative d'un système d'arme par rapport à un autre.

Les bombelettes à grappes (sous-munitions) et les mines antipersonnel font exception, mais même dans leur cas l'imputation du nombre de victimes à des types précis de munitions est en général trop imprécise pour autoriser une analyse objective valide.

... le regroupement de tous types de munition autres que ceux présentant un intérêt immédiat pour l'organisation qui recueille les informations peut occulter la présence de munitions ou de méthodes de déploiement moins fréquentes mais plus meurtrières.»

23. Eu égard aux problèmes que soulève la collecte des données nécessaire pour mettre en œuvre la démarche exposée dans l'ouvrage de référence [1], une autre démarche a été définie.

Démarche adoptée pour évaluer les risques

24. Des données objectives sur le nombre des victimes imputables aux différents types de munitions explosives après un conflit font probablement défaut. La démarche retenue dans le présent rapport diffère donc sensiblement de celle que préconise le document de référence [1] et elle consiste à classer les munitions explosives en fonction du risque qu'elles font peser sur les populations civiles (risque relatif). Elle est plus théorique et fait appel à des informations sur les différents types de munitions plutôt qu'à des informations sur les victimes et l'environnement dans lequel les munitions sont déployées. Cette démarche a été conçue en tablant sur les données disponibles ou des estimations raisonnablement fiables pour toutes les catégories de munitions explosives.

Classification des munitions explosives

25. Évaluer le risque relatif que présentent les différentes munitions explosives suppose de les regrouper en un certain nombre de catégories en fonction de leurs propriétés et méthodes de déploiement (référence [1]). Se fondant sur leur expérience, les auteurs du présent rapport ont procédé à la classification initiale ci-après des munitions explosives:

- i) Munitions d'armes de petit calibre;
- ii) Détonateurs pyrotechniques et cordons d'allumage;
- iii) Projectiles explosifs d'un calibre inférieur à 40 mm;
- iv) Projectiles explosifs (à l'exception des obus de mortier) d'un calibre supérieur à 40 mm;

- v) Obus de mortier explosifs;
- vi) Projectiles porteurs (compositions pyrotechniques fumigènes ou éclairantes);
- vii) Projectiles contenant du phosphore blanc;
- viii) Sous-munitions explosives;
- ix) Grenades à main explosives;
- x) Grenades à fusil explosives;
- xi) Missiles guidés sol-sol;
- xii) Missiles guidés air-sol;
- xiii) Missiles guidés sol-air;
- xiv) Roquettes autopropulsées;
- xv) Bombes d'avion;
- xvi) Missiles de croisière;
- xvii) Charges de démolition;
- xviii) Détonateurs, capsules fulminantes, etc.

26. Cette classification repose sur la désignation des munitions explosives et leur mode de déploiement, ainsi que sur leurs propriétés et leur calibre. La classification définitive devra être arrêtée au stade de la mise en œuvre de la méthode d'évaluation des risques qui devra donner lieu à un examen des données sur l'ensemble des munitions explosives utilisées dans le monde (par exemple en se référant à des sources de données telles que le Jane's Explosive Ordnance Disposal (Recueil de données sur l'enlèvement de munitions explosives – <http://jeod.janes.com>)).

Inventaire sommaire des facteurs déterminant la possibilité pour une munition explosive de présenter des risques après un conflit

27. On trouvera ci-après un inventaire sommaire des principales questions concernant:

- i) L'aptitude des différentes catégories de munitions explosives à devenir des restes de guerre explosifs;
- ii) Les risques associés aux différentes catégories de restes explosifs de guerre.

28. Les munitions non explosées et les munitions explosives abandonnées présentent de grandes différences se traduisant par des degrés de risques très différents dans un environnement postérieur à un conflit. Deux méthodes de gradation des risques doivent donc être mises au point (l'une pour les munitions non explosées et l'autre pour les munitions explosives abandonnées). Les facteurs déterminant le degré de risque d'ordre humanitaire que présentent les munitions non explosées et les munitions explosives abandonnées sont exposés dans les paragraphes 29 à 42. Les méthodes d'évaluation des risques inhérents respectivement aux munitions non explosées et aux munitions explosives abandonnées sont présentées aux paragraphes 43 à 90. La mise en œuvre de ces méthodologies débouchera sur deux échelles de gradation de l'aptitude des munitions explosives à devenir un danger d'ordre humanitaire.

Munitions non éclatées

Facteurs influant sur le nombre de munitions non éclatées dans un environnement postérieur à un conflit

29. Le principal déterminant du risque relatif que présentent les différentes catégories de munitions non explosées de tuer ou blesser grièvement des civils est le nombre de munitions de chacune de ces catégories ayant été tirées. La fiabilité des munitions explosives est toujours plus grande, mais le nombre de munitions non explosées présentes dans un environnement postérieur à un conflit demeurera proportionnel au nombre de munitions de la catégorie considérée tirées, le nombre de victimes après conflit étant inévitablement corrélé à ce dernier. Le nombre de munitions des différentes catégories tirées est fonction des facteurs suivants:

- i) Le type de conflit;
- ii) Les effectifs des forces engagées;
- iii) Les disponibilités en munitions;
- iv) La tactique employée;
- v) La durée du conflit.

30. Les diverses causes de défaillance des munitions explosives sont les suivantes (référence [1]):

- i) Défaut de conception;
- ii) Défaut de fabrication;
- iii) Entreposage dans de mauvaises conditions;
- iv) Manipulation inappropriée;
- v) Insuffisance des exercices de tir;
- vi) Profil de lancement incorrect;
- vii) Angle de frappe déficient ou force d'impact insuffisante;
- viii) Facteurs environnementaux;
- ix) Interaction avec d'autres munitions explosives.

Facteurs influant sur le risque que représente une munition non éclatée

31. Les déterminants de l'ampleur du risque que présente une munition non éclatée d'exploser en tuant ou blessant grièvement des gens sont nombreux et s'articulent autour de quatre grands éléments:

- i) La probabilité pour une personne de trouver une munition non éclatée;
- ii) La probabilité pour que cette personne ait une interaction avec cette munition;
- iii) La probabilité que cette interaction provoque l'éclatement de la munition;
- iv) Les dommages provoqués par la détonation.

32. Chacune de ces quatre grandes considérations peut être ventilée. Ainsi, la probabilité pour une personne de trouver une munition non éclatée est fonction des facteurs suivants:

- i) La profondeur d'enfouissement de la munition (est-ce que la munition affleure?);
- ii) La localisation de cette munition par rapport aux centres de population;
- iii) Les activités entreprises dans la région considérée;
- iv) La densité de la végétation.

33. La probabilité pour qu'un civil touche une munition non éclatée après son identification est fonction des facteurs suivants:

- i) La richesse de la population locale;
- ii) Le degré d'instruction de la population locale;
- iii) L'environnement;
- iv) La forme et la composition de la munition non explosée (est-ce que cette munition ressemble à une bombe, à un objet avec lequel un enfant aimerait jouer? est-ce qu'elle contient du métal de valeur? est-elle trop lourde pour être soulevée ou déplacée?).

34. La probabilité pour qu'une interaction entre une personne et une munition explosive aboutisse à une détonation est fonction du type de cette interaction et de sa violence, ainsi que de la cause de la défaillance de la munition. Ainsi, à la vue d'une munition non explosée, une personne peut: l'éviter, marcher dessus, la ramasser, lui donner un coup de pied, la frapper, la découper, la secouer, la lancer, la démonter ou bien la jeter au feu. Si une munition ne peut être vue ou observée parce qu'elle est enfouie ou recouverte de végétation, une personne risque de marcher dessus ou une charrue de la heurter.

35. La cause de la défaillance du mécanisme de déclenchement de la munition est importante car si une munition non explosée n'a pas été armée elle présente moins de risques de déclenchement accidentel qu'une munition n'ayant pas explosé après avoir été armée. Les dommages subis par le mécanisme d'armement à l'impact en revenant à terre peuvent être tels que la munition explosive reste dangereuse. Si la munition a été armée, elle peut se trouver dans un état très instable, la moindre perturbation étant susceptible de provoquer sa détonation. Les dommages causés par une munition non éclatée sont en principe fonction de sa conception et de la distance à laquelle se trouvent des personnes au moment de la détonation.

Munitions explosives abandonnées

Facteurs déterminant la probabilité de la présence d'une munition explosive abandonnée

36. La probabilité pour qu'une catégorie donnée de munition explosive soit abandonnée est fonction du type de plate-forme à partir de laquelle elle est destinée à être tirée (sol, mer ou air), ainsi que de son éloignement de la ligne de combat.

37. Les munitions explosives pouvant être tirées dans un combat rapproché à partir de plates-formes terrestres (fantassin, véhicule blindé ou pièce d'artillerie) sont plus susceptibles

d'être abandonnées que les munitions explosives ne pouvant être tirées qu'à partir d'un avion ou d'un navire. On peut en outre supposer que les munitions explosives pouvant être tirées près de la ligne de combat (par un fantassin ou un véhicule blindé de l'avant) sont davantage susceptibles d'être abandonnées que les munitions de pièces d'artillerie situées jusqu'à plusieurs kilomètres de là. Des munitions explosives tirées depuis l'air ou la mer ne sont susceptibles d'être abandonnées que dans un très petit nombre d'éventualités, par exemple une attaque contre la filière d'approvisionnement, la chute d'un avion (atterrissage forcé), la prise d'une base navale ou la prise d'une base aérienne. Une partie armée prenant le contrôle d'une base militaire ennemie assurera selon toute vraisemblance la garde de tout dépôt de munitions trouvé sur place ou le détruira.

38. Des munitions explosives sont donc le plus susceptibles d'être abandonnées dans les endroits suivants:

- i) Véhicules de combat abandonnés;
- ii) Point d'approvisionnement en munitions;
- iii) Cache de munitions;
- iv) Lieux où des combattants ont été tués ou blessés ou desquels ils se sont repliés en abandonnant de faibles quantités d'armes de petit calibre et d'armes légères (ALPC²).

39. Les points d'approvisionnement en munitions sont des entrepôts soumis à un contrôle dans lesquels des munitions explosives sont stockées sous la garde d'une partie armée. Si un tel point est investi par une autre partie, dans la plupart des cas cette dernière en assurera la garde ou le détruira. Des opérations de destruction de munitions bâclées se traduisent parfois par la présence de munitions abandonnées dans la zone concernée.

40. S'ajoutant aux facteurs susmentionnés, pour chaque catégorie de munitions explosives la quantité abandonnée est proportionnelle à la quantité totale de munitions explosives de ladite catégorie utilisées durant le conflit.

Facteurs déterminant la mesure dans laquelle des munitions explosives abandonnées sont susceptibles de blesser ou tuer des civils

41. Un certain nombre de facteurs déterminent la mesure dans laquelle une munition explosive abandonnée est susceptible de blesser ou tuer des civils, notamment les suivants:

- i) Son accessibilité;
- ii) Sa stabilité – le risque de détonation spontanée ou du fait d'une perturbation (liée aux facteurs environnementaux, à tout dommage que la munition explosive pourrait avoir subi, au type de munition explosive, au facteur temps);

² Se définissant comme suit: toutes les armes meurtrières tirant des munitions explosives classiques et pouvant être transportées par un combattant ou un véhicule léger ou ne nécessitant pas de moyens logistiques et d'entretien importants.

- iii) Le risque pour une personne non informée d'en provoquer la détonation³ (qui dépend du degré d'intégrité de la munition, du nombre d'étapes nécessaires pour l'activer, de sa facilité d'activation).

42. Un petit nombre des facteurs susmentionnés sont propres à certains types de munitions explosives et peuvent servir à évaluer le risque relatif, alors que d'autres sont liés au type de conflit et à l'environnement postérieur au conflit et ne se prêtent pas à une évaluation générale applicable pour toutes les zones de conflit.

Méthode à suivre pour apprécier objectivement les risques relatifs que présentent les munitions non explosées

43. Afin de mettre au point une méthode pour apprécier objectivement les risques relatifs que présentent les diverses catégories de munitions non explosées, on a examiné les facteurs précisés au paragraphe 3 pour évaluer:

- i) Les paramètres pour lesquels des données pourraient être disponibles;
- ii) Les paramètres qui sont importants pour apprécier le risque relatif.

44. Pour apprécier objectivement le risque absolu, il faut combiner les divers facteurs de manière logique afin d'obtenir une valeur unique du risque réel pour chaque catégorie de munitions explosives. Ce processus est difficile parce que des données quantitatives ne sont pas disponibles pour tous les facteurs et qu'il faut recourir à un jugement subjectif, ce qui peut entraîner des incertitudes notables. Cependant, l'objectif du présent rapport est de mettre au point une méthode pour comparer les diverses catégories, et donc d'apprécier un risque relatif et non un risque absolu. Ceci est utile parce que les facteurs qui sont effectivement les mêmes pour toutes les catégories peuvent être ignorés dans la mesure où l'on prend pour hypothèse que toutes les catégories de munitions explosives sont utilisées dans le même environnement, avec la même population.

Quantité relative, par catégorie, de munitions non explosées produites

45. Pour une catégorie particulière de munitions explosives, le nombre de munitions non explosées qui peuvent être présentes dans une ancienne zone de conflit est fonction du nombre de munitions qui ont été tirées et du pourcentage de munitions qui n'ont pas explosé:

$$Q^e = n^e \times f^e$$

Q^e est la quantité d'éléments de la catégorie e de munitions explosives qui n'ont pas explosé;

n^e est la quantité d'éléments de la catégorie e de munitions explosives qui ont été tirés;

f^e est le taux de défaillance de la catégorie e de munitions explosives.

³ La réutilisation intentionnelle est exclue du champ de ce rapport (voir plus haut, par. 6).

46. Des incertitudes portent à la fois sur n^e et sur f^e . Cependant, le degré d'incertitude est vraisemblablement plus important pour n^e que pour f^e . Les chiffres donnés pour les taux de défaillance des munitions explosives se situent généralement dans la fourchette de 1 à 30 %, c'est-à-dire juste au-dessus d'un ordre de grandeur. Cependant, la quantité de munitions explosives qui ont été tirées pourrait varier d'un grand nombre d'ordres de grandeur.

47. L'objet de la présente étude est de mettre au point une méthode pour apprécier le risque relatif pour toutes les catégories de munitions explosives, moyenné sur tous les types et cadres de conflits. Nous nous intéressons donc à la quantité relative de munitions de la catégorie e qui ont été tirées, sous forme de moyenne établie sur l'ensemble des conflits, par rapport aux autres catégories de munitions explosives.

$$48. \quad rQ^e = rn^e \times f^e$$

rQ^e est la quantité relative d'éléments de la catégorie e de munitions explosives qui n'ont pas explosé, moyennée sur l'ensemble des conflits;

rn^e est la quantité relative d'éléments de la catégorie e de munitions explosives qui ont été utilisées, moyennée sur l'ensemble des conflits.

49. Les valeurs de rn^e et f^e ne sont pas obtenues directement, ainsi qu'on le verra aux paragraphes 84 à 89. La valeur rQ^e ne correspond qu'au nombre de munitions non explosées présentes. Elle n'indique rien sur la possibilité que des munitions non explosées éclatent. Les facteurs relatifs à la possibilité d'explosion et de blessures sont examinés ci-après.

Probabilité qu'une personne trouve une munition non explosée

50. La probabilité qu'une personne trouve une munition non explosée est fonction d'un certain nombre de facteurs, ainsi qu'on l'a vu aux paragraphes 31 à 35. La majorité de ces facteurs a un rapport avec l'environnement et la population. Pour calculer le risque relatif pour les diverses catégories de munitions explosives, il faut prendre pour hypothèse qu'elles sont toutes dans le même environnement, avec la même population. Pour classer les risques, on peut donc ignorer les facteurs liés à l'environnement et à la population. Le facteur qui est fortement lié au type de munitions explosives est la profondeur d'enfouissement (qui est elle-même liée à la vitesse d'impact, à la forme de l'objet, à sa masse, à la résistance de l'enveloppe, à l'angle de frappe ainsi qu'à la densité et à la résistance du sol au lieu d'impact), et il faut donc en tenir compte.

51. La probabilité qu'une munition soit trouvée par une personne sera probablement la plus forte lorsque la munition se trouve à la surface du sol; cette probabilité sera généralement d'autant plus faible que la profondeur d'enfouissement sera grande. Il y a une certaine incertitude dans la relation entre la profondeur d'enfouissement et la probabilité de découverte de l'objet. Les munitions non explosées enfouies à des profondeurs importantes (plus d'un mètre par exemple) présenteront beaucoup moins de risques pour les civils que celles qui se trouvent à la surface du sol ou à proximité. Cependant, les munitions non explosées enfouies juste en dessous du sol présentent des risques parce que l'on peut marcher dessus sans s'en rendre compte et les faire exploser. Celles qui sont à la surface du sol peuvent être touchées délibérément (enfants qui jouent avec, ou adultes qui les déplacent) ou évitées. La probabilité de découverte sera vraisemblablement sensiblement plus forte pour une munition à la surface du sol

que pour une munition enfouie juste en dessous, parce que la probabilité de marcher accidentellement sur une munition enfouie ou de la déterrer est nettement plus faible que la probabilité d'en observer une qui est directement visible.

52. Actuellement, on considère que la probabilité relative de découverte dans un délai raisonnable (10 ans par exemple) est de 90 % pour les munitions visibles à la surface du sol, de 10 % pour les munitions enfouies jusqu'à une profondeur utilisée pour les cultures (définie ici comme inférieure à 30 cm) et de 1 % pour les munitions enfouies plus profondément. Ces chiffres sont des estimations et il est recommandé, lors de la phase 2 (application de la méthode), d'examiner la documentation existante sur la question afin d'évaluer des éléments tels que les surfaces de terre retournée (à faible profondeur) pour l'agriculture et (à des profondeurs plus importantes) pour l'établissement des fondations de bâtiments.

53. La probabilité qu'une munition non explosée s'immobilise dans une fourchette de profondeur donnée (de la surface jusqu'à 30 cm ou à plus de 30 cm) peut être calculée à l'aide des facteurs indiqués au premier paragraphe de la présente section (des détails complémentaires sur le paramétrage sont donnés aux paragraphes 66 à 76). Sur la base de ce qui précède, la probabilité relative globale qu'une personne trouve un objet appartenant à une catégorie particulière de munitions explosives après un conflit est calculée comme suit:

$$rP^e = D_s^e \times rp_s + D_{<30}^e \times rp_{<30} + D_{>30}^e \times rp_{>30}$$

rP^e est la probabilité relative qu'un objet de la catégorie de munitions explosives e soit découvert après un conflit;

D_s^e est la probabilité qu'un objet de la catégorie de munitions explosives e se trouve à la surface du sol;

$D_{<30}^e$ est la probabilité qu'un objet de la catégorie de munitions explosives e se trouve à une profondeur comprise entre 0 et 30 cm;

$D_{>30}^e$ est la probabilité qu'un objet de la catégorie de munition e se trouve à une profondeur supérieure à 30 cm;

rp_s est la probabilité relative qu'un objet de la catégorie de munitions explosives e qui repose à la surface du sol soit découvert;

$rp_{<30}$ est la probabilité relative qu'un objet de la catégorie de munitions explosives e qui se trouve à une profondeur inférieure à 30 cm soit découvert;

$rp_{>30}$ est la probabilité relative qu'un objet de la catégorie de munitions explosives e qui se trouve à une profondeur supérieure à 30 cm soit découvert.

Si rP^e est alors multipliée par la valeur rQ^e calculée selon les paragraphes 45 à 49, on obtient la probabilité relative qu'une catégorie de munitions explosives e soit découverte après un conflit.

Possibilité de «dérangement» d'une munition non explosée

54. Lorsqu'une personne découvre une munition non explosée, deux cas peuvent se présenter: dans le premier cas, elle touche ou «dérange» la munition; dans le deuxième, elle ne le fait pas. Dans le premier cas, elle peut agir de diverses façons, ainsi qu'on l'a vu aux paragraphes 36 à 40. Dans le deuxième cas, elle peut marquer l'emplacement de la munition pour éviter qu'une autre personne ne la dérange et/ou informer les organismes chargés de l'enlèvement des munitions non explosées.

55. Cependant, si des munitions non explosées ne sont pas signalées ou enlevées, il est probable qu'au fil du temps et en raison de l'activité humaine la probabilité de dérangement approchera 100 %. C'est presque systématiquement le cas pour les munitions non explosées enfouies sous le sol, dont la découverte sera presque toujours liée à un dérangement.

56. Sur des durées relativement courtes et dans le cas de munitions visibles, le principal facteur à considérer pour faire une appréciation relative du risque est le degré auquel la forme et la composition de la munition influent sur la possibilité qu'une personne interagisse avec elle⁴. Par exemple, une munition explosive qui est attrayante par son aspect ou a une valeur connue de revente ou de réutilisation est plus susceptible d'être emportée, et une munition qui contient un métal précieux est plus susceptible d'être démantelée. Malheureusement, il est difficile d'apprécier objectivement ces facteurs.

57. Compte tenu des incertitudes avec lesquelles on détermine la possibilité relative qu'une personne dérange une munition, ce paramètre n'est pas inclus dans la méthode d'appréciation. Cependant, il convient de noter qu'il est probable que 100 % des munitions enfouies seront dérangées lors de leur découverte, mais que la proportion sera plus faible pour les éléments répartis à la surface du sol.

Possibilité d'explosion d'une munition dérangée

58. La possibilité qu'une munition explose lorsqu'elle a été dérangée dépend de la sensibilité de l'élément défaillant et de l'ampleur du dérangement. La sensibilité du dispositif défaillant est liée principalement aux éléments suivants:

- i) Dispositif qui, lors du tir, a connu une défaillance: il peut y avoir eu défaillance du mécanisme d'armement ou du dispositif d'amorçage par exemple;
- ii) Le type de dispositif d'amorçage (chimique, mécanique ou électrique);
- iii) La raison de la défaillance.

59. L'ampleur du dérangement peut varier légèrement selon les catégories de munitions explosives, mais on suppose actuellement que, dans la plupart des cas, le dérangement consiste à déplacer, secouer ou laisser tomber une munition.

⁴ Des facteurs tels que l'éducation et les revenus de la population locale et l'environnement ne sont pas pertinents pour apprécier le risque relatif parce que, aux fins des comparaisons, on suppose que chaque catégorie de munitions non explosées se trouve dans le même environnement.

60. Aucune donnée n'est disponible sur la sensibilité des munitions non explosées dans la plupart des catégories, mais des données limitées existent pour certains types de munitions (voir par exemple la référence [5]). Faute de données, la possibilité qu'un dérangement provoque l'explosion de munitions ne peut être évaluée de manière objective et n'est donc pas prise en compte dans la méthode actuelle.

61. Il n'est pas possible de calculer la sensibilité d'une catégorie particulière de munitions non explosées, mais il devrait être possible d'examiner les mécanismes d'armement et d'amorçage pour déterminer quelles sont les catégories les plus susceptibles d'être relativement stables et les catégories les plus susceptibles d'être très instables. Il est recommandé d'entreprendre des travaux complémentaires pour déterminer s'il existe une manière objective d'évaluer la probabilité qu'une munition explose lorsqu'elle est dérangée.

Létalité

62. Les dommages qui se produisent lors de l'explosion d'une munition dépendent de la conception de la munition et du nombre de personnes qui se trouvent à proximité. Aux fins de la méthode d'appréciation des risques décrite ici, on suppose que, dans tous les cas, une personne est à proximité immédiate (en contact dans le cas de munitions à la surface du sol et à une distance maximale de 5 mètres par exemple dans le cas de munitions enfouies) et que d'autres personnes peuvent se trouver un peu plus loin dans le voisinage du lieu de l'explosion. Compte tenu des incertitudes dans la répartition potentielle des personnes au voisinage du lieu d'explosion, on suppose que les dommages et la létalité sont seulement fonction du rayon d'effet de la munition.

63. Pour la majorité des munitions explosives, le degré de dommage associé à l'explosion aura déjà été évalué, et des paramètres tels que la surface moyenne d'effet ou le rayon de létalité auront été calculés.

64. Si l'on veut obtenir une gradation globale des risques, on peut multiplier le facteur de létalité retenu pour une catégorie particulière de munitions explosives par la probabilité relative que des munitions de ladite catégorie soient trouvées après un conflit.

65. Risque relatif présenté par une munition non explosée de la catégorie e:

$$L^e \times rP^e \times rQ^e$$

L^e est le facteur de létalité retenu pour la catégorie e de munitions explosives
(note: rQ^e et rP^e ont été définis précédemment aux paragraphes 45 à 49 et 50 à 53 respectivement).

Paramétrage

66. Sur la base de la méthode d'appréciation des risques décrite aux paragraphes 45 à 65, on peut mentionner quatre ensembles importants de données qu'il faut recueillir pour classer les diverses catégories de munitions explosives:

- i) La quantité relative de munitions explosives de chaque catégorie qui ont été tirées, moyennée sur tous les conflits;
- ii) Le taux de raté dans chaque catégorie;
- iii) La profondeur d'enfouissement pour chaque catégorie;
- iv) La létalité de l'explosion pour chaque catégorie.

67. En outre, trois ensembles de données supplémentaires permettraient, pour autant qu'on puisse les obtenir, de renforcer sensiblement l'efficacité de la méthode:

- i) Les superficies relatives de terres qui ont été «dérangées» (à diverses profondeurs) par des activités agricoles ou autres;
- ii) La probabilité relative qu'une personne ramasse une munition non explosée d'une catégorie particulière;
- iii) La probabilité qu'une munition explose si elle est déplacée.

68. Il est probable que l'on pourra obtenir des données objectives pour les quatre premiers ensembles. Pour les trois autres, par contre, il est peu probable que des données objectives existent. Toute évaluation à ces égards risque donc d'être entachée d'une certaine subjectivité.

69. Les principales méthodes de paramétrage sont décrites ci-après.

Quantité relative de munitions explosives de chaque catégorie tirées dans un conflit «moyen»

70. La quantité relative de munitions explosives de chaque catégorie tirées, moyennée sur tous les conflits, serait obtenue à partir de données de modélisation de jeux de guerre, complétées, lorsque cela est possible, par des données historiques. Parce que les conflits sont très différents par leur ampleur, les objectifs des parties armées et les armements à la disposition des combattants, il peut être difficile d'évaluer les quantités relatives de munitions d'une catégorie particulière qui ont été utilisées dans un conflit «moyen». Il est proposé de recueillir des données pour un certain nombre de scénarios et types de conflits différents. Ces données seraient présentées dans le rapport final sur la méthode de gradation des risques et seraient exploitées pour établir une gradation des risques pour chaque type de conflit. Les données seraient moyennées et utilisées pour présenter une gradation globale combinée.

Taux de raté moyen

71. Les taux de raté moyen seraient essentiellement obtenus à partir des données dont disposent les autorités chargées des acquisitions et seraient comparés avec les données internationales largement disponibles. Des données sur les taux de raté n'ont pas encore été recueillies à ce jour, et il faudrait lancer un vaste exercice de recherche pour ce faire. Il faudrait notamment recueillir des informations sur la conception des munitions, des rapports sur les incidents et les défaillances mettant en jeu des munitions, ainsi que des procès-verbaux d'essais d'homologation. Ces sources fourniraient les données de base nécessaires pour établir la gradation des risques pour les diverses catégories de munitions explosives. Les données seraient comparées aux données tirées des documents accessibles à tous pour obtenir une idée des incertitudes.

72. Il convient de noter que, du fait que les essais d'homologation sont généralement effectués dans des conditions favorables, les taux de raté sont souvent sensiblement supérieurs lors des opérations (référence [6]) et qu'il est très rarement possible de déterminer précisément le taux de raté des munitions lors d'un conflit ou après un conflit. Cependant, comme la méthode décrite dans le présent rapport vise à permettre une appréciation *relative* des risques que présentent les diverses catégories de munitions explosives, les données provenant des essais d'homologation devraient être adéquates.

Profondeur d'enfouissement

73. La profondeur d'enfouissement serait calculée pour diverses catégories de munitions explosives par modélisation informatique. Pour ce faire, on tiendrait compte des variations dans les paramètres de traitement qui concernent l'environnement (angle de frappe et densité et résistance du sol au lieu d'impact par exemple) pour obtenir les probabilités d'enfouissement à diverses profondeurs. La variation de la densité et de la résistance du sol serait mise en corrélation avec divers types d'environnements tels que sable des déserts, marécages, sols agricoles et assises rocheuses exposées.

Létalité

74. Les facteurs de létalité sont disponibles pour la plupart des types de munitions. Il faudrait recueillir et examiner ces données. Dans la plupart des cas, les dommages sont appréciés sous forme de surface moyenne des effets ou de rayon de létalité. Les mêmes critères de létalité seraient recueillis pour toutes les catégories de munitions explosives. Si les données ne sont pas disponibles, il faudrait les déterminer à partir de modélisations informatiques.

Limitations

75. Dans la méthode décrite ci-dessus de gradation objective des risques pour les munitions non explosées, on a forcément inclus un grand nombre de simplifications, essentiellement faute de données objectives pour certains facteurs. Cependant, les auteurs sont convaincus que c'est la méthode la plus objective que l'on puisse utiliser actuellement pour définir une gradation des risques potentiels présentés par les diverses catégories de munitions non explosées.

76. Les principales limitations sont les suivantes:

- i) Il n'est pas tenu compte de la probabilité relative qu'une personne dérange une munition non explosée une fois qu'elle a été découverte;
- ii) On n'évalue pas la probabilité qu'une munition explose après avoir été dérangée.

Méthode à suivre pour apprécier objectivement les risques relatifs que présentent les munitions explosives abandonnées

77. Nombre des facteurs qui influent sur les risques absolus que présentent les munitions explosives abandonnées ne peuvent être appréciés de manière objective parce qu'une grande partie des questions en jeu dépendent beaucoup des conflits considérés. Cependant, on peut

évaluer un certain nombre de facteurs pour obtenir une *estimation* raisonnablement objective du risque relatif associé à diverses catégories de munitions explosives⁵.

78. Premièrement, les types de munitions explosives peuvent être subdivisés en fonction de la plate-forme de tir possible.

79. Deuxièmement, pour les catégories de munitions explosives tirées d'une plate-forme à terre, on peut évaluer les quantités relatives utilisées dans un conflit «moyen».

80. Troisièmement, on peut évaluer la probabilité relative qu'une personne non informée provoque l'explosion d'une munition explosive d'une catégorie particulière. Cette évaluation dépend de la nature de la munition explosive et du nombre d'étapes nécessaires pour déclencher l'explosion. Par exemple, la probabilité d'explosion est beaucoup plus forte pour une grenade que pour un projectile explosif venant d'un véhicule abandonné.

81. Quatrièmement, on peut déterminer un facteur de létalité pour les diverses catégories de munitions explosives.

82. La méthode à utiliser consisterait notamment à attribuer un risque minimal aux munitions explosives tirées seulement de plates-formes maritimes ou aériennes, parce qu'il est peu probable qu'elles soient abandonnées sans être rapidement «saisies» (voir par. 41 et 42). On multiplierait ensuite les facteurs restants entre eux pour obtenir une pondération globale des risques pour chaque catégorie de munitions explosives.

83. Risques relatifs présentés par les munitions explosives abandonnées de la catégorie e:

$$L^e \times rU^e \times rn^e_1$$

L^e est le facteur de létalité retenu pour la catégorie de munitions explosives e;

rU^e est la probabilité relative qu'une personne non informée provoque l'explosion d'une munition explosive de la catégorie e;

rn^e_1 est la quantité relative de munitions explosives de la catégorie e tirées de plates-formes à terre dans un conflit «moyen».

Paramétrage

84. Il faudrait recueillir quatre types de données pour pouvoir apprécier les risques relatifs présentés par les munitions explosives abandonnées.

Plate-forme à partir de laquelle la munition explosive est tirée/lancée

85. On trouve dans le domaine public de grandes quantités de données sur les plates-formes à partir desquelles différents types de munitions explosives sont lancées/tirées (voir par exemple le site Jane's à l'adresse Internet www.janes.com). On rassemblerait ces données pour les diverses catégories.

⁵ Il convient de noter que, comme indiqué au paragraphe 6, la possibilité de réutilisation intentionnelle de munitions explosives abandonnées a été exclue de l'évaluation.

Quantités relatives de munitions explosives des diverses catégories tirées à partir de plates-formes à terre pendant un conflit

86. Ces valeurs seraient calculées selon la méthode décrite au paragraphe 70.

Probabilité relative qu'une personne non informée provoque l'explosion d'une munition explosive abandonnée

87. C'est le paramètre le plus difficile à évaluer parce que les munitions explosives non tirées sont conçues pour être «sans danger». La possibilité qu'une personne non informée en provoque l'explosion dépend de deux facteurs principaux:

- i) Le caractère autonome de la munition explosive (un canon pourrait être nécessaire pour la tirer et il pourrait ne pas y en avoir);
- ii) Le nombre d'étapes/actions requises pour faire fonctionner la munition explosive.

88. Un groupe d'experts devrait évaluer ces facteurs ainsi qu'un facteur de probabilité relative pour chaque catégorie de munitions explosives basées à terre.

Létalité

89. Les facteurs de létalité seraient obtenus comme indiqué au paragraphe 74.

Limitations

90. Cette approche présente un grand nombre de limitations dont les suivantes:

- i) Le type de conflit pourrait avoir un effet important sur la possibilité qu'une munition explosive soit abandonnée et sur le type de munition explosive qui peut être abandonnée;
- ii) La question de la stabilité des munitions explosives abandonnées qui peuvent avoir été endommagées ou entreposées de manière incorrecte n'est pas abordée. Les dommages subis par des munitions explosives pourraient être tels que certains types seraient nettement plus susceptibles que d'autres d'exploser en cas de dérangement;
- iii) Les dommages et la létalité sont traités de manière simpliste parce que l'on suppose que seule la munition explosive dérangée explosera. Lorsque la munition est dans une cache, il est possible que l'explosion initiale cause de nombreuses autres explosions, ce qui pourrait entraîner des effets nettement plus importants;
- iv) Il faudrait faire évaluer la possibilité qu'une personne non informée fasse exploser une munition explosive par un groupe d'experts, plutôt que d'utiliser des données purement objectives;
- v) On évalue seulement les risques après les conflits pour la santé des civils qui ont accidentellement eu accès à des munitions explosives abandonnées. Les risques dus à la réutilisation de munitions explosives abandonnées ne sont pas pris en compte.

Conclusions

91. La liste des facteurs théoriques affectant le risque relatif que des catégories de munitions explosives aient un effet sur le plan humanitaire a été établie. Il ressort de son examen que les facteurs de risque pour les munitions non explosées sont sensiblement différents des facteurs de risque pour les munitions explosives abandonnées. Il faut donc entreprendre deux évaluations des risques humanitaires relatifs présentés par les deux catégories de munitions explosives (une pour les munitions non explosées et une pour les munitions explosives abandonnées) et il est probable que l'on obtienne des gradations de risques très différentes.

92. Les méthodes d'appréciation objective des risques humanitaires relatifs présentés par les diverses catégories de munitions explosives ont été mises au point pour les munitions non explosées et les munitions explosives abandonnées. Elles sont fondées sur la théorie et nécessiteront un important travail de compilation de données et de modélisation informatique pour le paramétrage. Les méthodes présentent un certain nombre de limitations. Cependant, les auteurs sont convaincus que leur adoption devrait conduire à une évaluation raisonnablement solide et objective des risques relatifs.

Recommandations

93. Il est recommandé:

- i) D'appliquer la méthode décrite dans le présent rapport pour apprécier objectivement les risques relatifs présentés par les diverses catégories de munitions explosives;
- ii) De faire établir par des personnes connaissant l'ensemble de la gamme de munitions explosives qui sont disponibles à l'échelle internationale une classification définitive des munitions explosives;
- iii) D'examiner les documents disponibles pour évaluer des aspects tels que les surfaces moyennes de terres retournées (jusqu'à de faibles profondeurs) pour l'agriculture et (à des profondeurs plus importantes) pour établir les fondations de bâtiments;
- iv) D'entreprendre des travaux complémentaires pour déterminer s'il existe un moyen objectif d'évaluer la probabilité qu'une munition non explosée explose lorsqu'elle est dérangée.

Liste de documents de références

[1] Wilkinson, A. 2002. Explosive Remnants of War (ERW) – A Threat Analysis. Report of the Geneva International Centre for Humanitarian Demining. ISBN 2-88487-003-2.

[2] Centre international de Genève pour le déminage humanitaire et Comité international de la Croix-Rouge. 2002. Les types de munitions qui deviennent des restes explosifs des guerres – Facteurs qui contribuent à l'existence de restes explosifs des guerres. Document de travail du Groupe d'experts gouvernementaux des Parties à la Convention sur l'interdiction ou la limitation de certaines armes classiques qui peuvent être considérées comme produisant des effets traumatiques excessifs ou comme frappant sans discrimination. Première session, 21-24 mai 2002. CCW/GGE/I/WP.5.

- [3] Blagden P. et Wilkinson A. 2001. Explosive remnants of war (ERW) – a quick look threat analysis. Geneva International Centre for Humanitarian Demining.
- [4] MacDonald, J., Knopman, D., Locwood, J., Cecchine, G. et Willis, H. 2004. Unexploded Ordnance – A critical review of risk assessment methods. Report of the RAND Corporate. ISBN 0-8330-3432-4.
- [5] Eimer, D.H. (No date). TR-xx, Unexploded Ordnance (UXO) Study. Army Material Systems Analysis Activity (AMSAA), DSN 298-5676.
- [6] King, Colin. 2000. Explosive Remnants of War: A Study on Submunitions and other Unexploded Ordnance. Étude demandée par le Comité international de la Croix-Rouge (août 2000).
