


Note d'Analyse

Groupe de recherche et d'information sur la paix et la sécurité
70 Rue de la Consolation, B-1030 Bruxelles
Tél.: +32.2.241 84 20 - Fax : +32.2.245 19 33
Internet : www.grip.org - Courriel : admi@grip.org

Date d'insertion : 04/08/2004 

Le traitement des déchets nucléaires militaires

par *Valérie Peclow*, Attachée de recherche au GRIP

23 juillet 2004

INTRODUCTION

La problématique du traitement des déchets du nucléaire civil est déjà en soi un problème préoccupant, mais il nous a semblé intéressant de nous pencher ici sur l'analyse d'une autre problématique particulière sur laquelle le public est certainement encore moins bien informé. Dans le domaine du nucléaire militaire règne une culture du secret et s'il est évident qu'il y a quantité de données qui ne peuvent être rendues publiques à une époque où les risques de dissémination des armes nucléaires n'ont jamais été aussi sérieux, il n'en demeure pas moins que le « secret défense » semble un peu trop extensif lorsqu'il s'agit de la protection de l'environnement et de la santé publique.

En effet, le traitement des déchets nucléaires militaires cumule les conséquences négatives liées à la production de l'énergie nucléaire et au traitement de ses déchets, avec des implications plus spécifiques - en terme de sécurité par exemple - pour l'environnement et la santé des populations.

Étant donné l'importance en terme de durée de vie et de dangerosité des produits nucléaires dont il sera question ici, les impacts négatifs peuvent s'avérer extrêmement graves. Nous avons tenté de rassembler ici un maximum d'éléments d'information pertinents en vue de la formulation d'une position et de sa défense dans les enceintes où des décisions majeures sont prises dans ce domaine que ce soit au niveau national, européen ou international.

LES « DECHETS » DU DESARMEMENT

Pour la fabrication des armes nucléaires, les 5 éléments suivants sont principalement utilisés: l'uranium 235, l'uranium 238, le plutonium 239, le tritium et le deutérium. Ces éléments se retrouvent parmi les déchets produits aux stades de la recherche, de la fabrication, de l'entretien et du démantèlement des armes nucléaires.

Depuis la fin de la Guerre froide, les Russes et les Américains ont signé plusieurs traités sur la réduction de leurs arsenaux nucléaires: les traités START I et START II de réduction des armes stratégiques signés respectivement les 31 juillet 1991 et 3 janvier 1993, et le traité SORT - « Strategic Offensive Reductions Treaty » - signé à Moscou le 24 mai 2002.

La mise en œuvre de ces accords de désarmement a entraîné une diminution considérable du nombre de têtes nucléaires: de 1990 à 2000, le nombre de têtes nucléaires est passé de 21000 à

10500 aux États-Unis et de 38000 à 20000 en Russie[1]. Cette tendance s'est accélérée et renforcée, les États-Unis comme la Russie cherchant à diminuer le nombre de têtes nucléaires et à plutôt améliorer qualitativement ces armes.

Le démantèlement des ogives nucléaires a conduit à la constitution d'importants stocks de matières fissiles militaires excédentaires, essentiellement de l'uranium hautement enrichi et du plutonium de qualité militaire sur lesquels nous concentrerons notre attention.

A. L'uranium hautement enrichi

Les stocks d'uranium hautement enrichi sont évalués à 500 tonnes d'uranium enrichi à 90% pour la Russie (sur un stock estimé à plus de 1000 tonnes) et à 200 tonnes d'uranium enrichi à 50% dont 175 tonnes recyclables pour les États-Unis[2].

Des deux matériaux clefs utilisés pour la fabrication des armes nucléaires, c'est l'uranium qui pose le moins de problèmes puisqu'il peut être transformé par dilution en uranium faiblement enrichi, communément utilisé dans les réacteurs nucléaires.

Par ailleurs, en 1993, les États-Unis et la Russie ont signé un accord par lequel les États-Unis s'engageaient à acheter, en 20 ans, 500 tonnes d'uranium russe hautement enrichi, dilué en Russie pour être utilisable comme combustible pour réacteurs.

Le recyclage en combustible pour l'industrie nucléaire civile des 500 tonnes russes et les 200 tonnes américaines pourrait produire l'équivalent de 2,5 fois la production annuelle mondiale d'électricité.

Afin de ne pas déstabiliser trop fortement le marché de l'uranium déjà abondant et bon marché, la mise en œuvre de cet accord se fait lentement. Des quantités importantes d'uranium d'origine militaire devront donc être stockées pour des périodes relativement longues.

B. Le plutonium de qualité militaire

L'irradiation de l'uranium 238 dans les réacteurs nucléaires génère le plutonium 239. Quand le combustible subit des périodes d'irradiation de plus en plus longue, les isotopes supérieurs s'accumulent.

Lorsqu'on utilise un réacteur spécifique pour la fabrication du plutonium militaire, le combustible utilisé pour la production du plutonium est extrait après un bref séjour (quelques semaines) dans le réacteur pour avoir l'assurance que le plutonium 239 est aussi pur que possible. Une brève irradiation ne permet pas d'extraire toute l'énergie que le combustible peut produire.

Le plutonium est classé selon le pourcentage de contaminant plutonium 240 qu'il contient: la qualité militaire en contient moins de 7%.

1. L'impact sur la santé et l'environnement

Le plutonium est un métal lourd et donc toxique chimiquement. Mais il est surtout radiotoxique (il émet des particules alpha et de faibles radiations gamma). Le plutonium 239 a une demi-vie estimée à 24.400 ans.

L'on peut considérer que le risque en cas d'inhalation de particules de plutonium est de plusieurs ordres de grandeur plus élevé que s'il s'agit d'uranium hautement enrichi. Il en est de même en cas

d'ingestion. En cas d'inhalation, les particules de plutonium se déposent dans les poumons où elles peuvent déclencher un cancer. Elles peuvent aussi, par le sang, se retrouver dans d'autres parties du corps (os, foie).

2. L'étendue du problème

En 1999, un rapport classé secret du renseignement américain estimait la quantité totale de plutonium de qualité militaire dans le monde entre 235 et 265 tonnes[3]. 107 tonnes sont officiellement excédentaires: 52,5 tonnes aux États-Unis, 50 tonnes en Russie, 4,4 tonnes au Royaume uni[4].

La transformation des tonnes de plutonium en excès afin de le rendre inutilisable pour la fabrication d'armes nucléaires – selon les exigences des traités de désarmement - pose nettement plus de problèmes techniques, stratégiques et politiques que celle de l'uranium hautement enrichi. Il est pourtant clair qu'il s'agit là d'un enjeu crucial, comme l'explicitait encore le G8[5] lors du sommet d'Okinawa (Japon) en juillet 2000: « L'élimination définitive et la gestion dans de bonnes conditions de transparence, de sûreté, de sécurité et de respect de l'environnement, du plutonium issu du démantèlement d'armes nucléaires, sont essentielles »[6].

Ne disposant pas de plutonium naturel fissile (il n'existe pas de plutonium naturel ; tout le plutonium existant provient de l'activité humaine) pour dénaturer le plutonium 239, les deux techniques le plus souvent envisagées sont le recyclage du plutonium militaire dans des réacteurs civils ou son immobilisation.

3. Le recyclage.

Le plutonium peut être utilisé dans le combustible des réacteurs de centrales nucléaires de production électrique. Pour ce faire, il doit être converti en oxyde, mélangé à de l'oxyde d'uranium et transformé en pastilles de combustible céramique. Le combustible MOX (Mixed uranium OXYde) ainsi formé peut être chargé dans les réacteurs comme substitut partiel ou complet du combustible à l'uranium actuellement utilisé. Il est à noter que le plutonium civil et militaire n'ont pas les mêmes caractéristiques. En 2002, les États-Unis avaient d'ailleurs sollicité la Belgique pour réaliser, dans les installations de la Belgonucléaire à Dessel (Limbourg), 4 assemblages de démonstration de MOX utilisant du plutonium de qualité militaire plutôt que le plutonium séparé du combustible usé des centrales nucléaires[7]. A cette époque, le gouvernement belge avait refusé.

Selon certaines estimations, les quantités excédentaires de plutonium militaires permettraient, si elles étaient transformées en combustible, de produire une puissance équivalente à deux années de production nucléaire française[8]. Cette solution semble fort tentante. Mais en réalité, la transformation du plutonium militaire en combustible ne présente pas que des avantages, loin s'en faut.

Les désavantages de la filière MOX

a. Sur le plan de la sécurité

La « filière MOX » nécessite plus de transports et de sites d'entreposage que la filière de vitrification et d'enfouissement. Or il ne faut pas minimiser les risques extrêmement élevés liés aux transports et aux manipulations du plutonium militaire. Outre les risques d'accidents, de vol ou d'actes terroristes, l'utilisation de combustible au plutonium nécessite de nombreux transports de matières hautement

radioactives et stratégiques. Le contrôle et la protection efficace de cette industrie nécessitent d'importants moyens militaires et policiers.

Par ailleurs, on estime que l'élimination du plutonium militaire par le biais du MOX prendra au moins 30 ans pour la Russie et probablement autant pour les États-Unis. Entre-temps, ce plutonium sera entreposé sous une forme directement utilisable non seulement pour l'Etat propriétaire mais également pour des États désireux de développer un programme nucléaire militaire, ce qui représente un risque important pour la sécurité internationale[9].

b. Sur le plan environnemental

Les lobbies nucléaires exploitent un argument écologique en soutenant que le recyclage du plutonium en MOX diminue la production nette de plutonium dans les centrales nucléaires. En réalité, le recyclage ne diminue pas cette production de plutonium mais diminue les besoins en uranium, voire en plutonium issu du retraitement.

Tenir ce discours, c'est de toute façon faire l'impasse sur une série d'impacts très négatifs sur l'environnement.

Le combustible MOX utilisant du plutonium de qualité militaire n'a encore jamais été fabriqué à l'échelle industrielle. Les usines de fabrication de MOX en exploitation utilisent un oxyde de plutonium provenant des usines de retraitement du combustible usé des centrales nucléaires. Les usines de retraitement utilisent des procédés à base d'acides et de solvants pour séparer le plutonium de l'uranium au sein des produits de fission, donnant une poudre d'oxyde de plutonium utilisable directement pour

la production de MOX. Par contre, le plutonium militaire est essentiellement sous forme de métal dans des cœurs qui contiennent d'autres matériaux, ce qui complique le procédé de fabrication du MOX.

Rappelons que le plutonium militaire nécessite des précautions et des traitements particuliers. La technologie du traitement du plutonium militaire est plus hasardeuse et plus dangereuse notamment en terme de déchets.

De manière générale, le processus de recyclage de produits nucléaires donne naissance à des déchets, secondaires et comporte des opérations augmentant nettement les risques pour les travailleurs. Ces procédés conduisent notamment à des relâchements de radioactivité très importants.

L'on sait que le passage en réacteur détruit moins de 50 % du plutonium 239. Après 3 ans en réacteur, 9 des 35 kg de plutonium d'un assemblage de MOX sont consommés[10], le reste étant dénaturé en produisant de l'énergie[11]. En outre, comparé au combustible classique à l'uranium qu'il remplace, le MOX pose des problèmes de sûreté supplémentaires (conduite plus fine des réacteurs, métallurgie moins aisée, relâchement de gaz de fission, corrosion des gaines du combustible)[12].

Il est clair qu'étant donné la nature du plutonium – civil ou militaire d'ailleurs -, si un accident se produit dans un réacteur chargé en MOX[13], les conséquences seraient encore plus graves que lorsqu'il est chargé avec du combustible à l'uranium[14].

En conclusion, l'utilisation du plutonium, et en particulier du plutonium provenant d'armes nucléaires, implique beaucoup plus de risques environnementaux, et ce tout au long de la filière.

c. Sur le plan économique

Toutes les conditions particulières de manipulations et de sécurité dont il a été question plus haut entraînent bien évidemment des surcoûts importants. Les estimations les plus optimistes évaluent le coût de fabrication du MOX au triple du coût ordinaire de la fabrication de combustible classique [15]. D'autres calculs font état d'un coût de fabrication de 10 fois supérieur à celui du combustible à l'uranium[16].

Le MOX n'apparaît pas compétitif sur un marché où l'uranium est abondant et peu onéreux et qui doit par ailleurs absorber les stocks d'uranium hautement enrichi également issus du démantèlement des armes nucléaires.

Le choix du MOX apparaît donc comme économiquement irrationnel.

d. Pourquoi créer un marché pour un déchet?

La grande majorité des réacteurs civils a été conçue pour utiliser de l'uranium et non du combustible MOX. Il existe cependant des expériences différentes, européenne[17] et russe, d'utilisation du MOX. Comme nous l'avons souligné par ailleurs, il existe un certain nombre de différences entre le plutonium civil utilisé en Europe et le plutonium militaire qui rend la voie du recyclage dangereuse et incertaine. Mais les entreprises aptes à effectuer cette transformation pourraient voir leur maintien et leur développement assuré par le traitement du plutonium militaire russe et américain. C'est une perspective d'autant plus tentante que, si le choix politique de la filière MOX se concrétise, elle serait en partie subventionnée.

Répandre l'utilisation du MOX pourrait également relancer une industrie nucléaire peu sûre en Russie. La Russie pourrait importer du plutonium de différents pays, le traiter et l'exporter sous forme de MOX. Il y a deux ans, une nouvelle loi est entrée en vigueur faisant de la Russie le seul pays au monde autorisant l'importation de déchets nucléaires pour les stocker ou les retraiter[18].

La filière MOX créerait ainsi un marché pour un produit considéré auparavant comme un déchet. Recycler le plutonium militaire revient à encourager une économie du plutonium, à favoriser

sa mobilité et donc à démultiplier les risques de prolifération.

Il convient d'ajouter que la filière MOX implique la poursuite du nucléaire civil, alors que plusieurs pays l'ont arrêté (dont la Belgique).

4. L'immobilisation dans du verre ou de la céramique

L'immobilisation consiste à mélanger le plutonium militaire avec du verre ou de la céramique. Il est essentiel qu'elle assure l'impossibilité d'extraire le plutonium de la matrice dans laquelle il est immobilisé. Une méthode de vitrification consiste à mélanger le plutonium à d'autres produits de fission hautement radioactifs qui rendraient complexe, dangereuse et coûteuse cette extraction.

La vitrification doit être suivie d'un entreposage faisant l'objet d'une surveillance et d'un contrôle permanent.

La vitrification peut être actuellement une façon plus sûre, plus rapide et plus économique de répondre à l'objectif de sécurité urgent et à court terme qui consiste à transformer les surplus de plutonium en une forme inutilisable pour les armes et à gagner le temps nécessaire pour arriver à des accords solides sur les problèmes de sécurité à plus long terme qui concerne le plutonium.

Les décennies d'expérience européenne de vitrification des déchets radioactifs de haute activité ne semblent pas avoir été suffisamment prises en compte

LES POLITIQUES ACTUELLES

Alors que la reconnaissance des réalités écologiques et économiques et de sécurité vont plutôt dans le sens de l'immobilisation du plutonium, la voie du MOX est privilégiée non seulement par la plupart des compagnies telles que COGEMA et British Nuclear Fuels, mais également par des ministères des affaires nucléaires (MINATOM en Russie par exemple), par des gouvernements ainsi que par l'Union Européenne. On peut globalement chiffrer à quelques 100 milliards de dollars les dépenses faites ces cinquante dernières années au niveau mondial pour financer des tentatives de mise en place d'une économie basée sur le plutonium[19]. Les programmes de fabrication de MOX avec le plutonium en provenance des armes a aussi l'avantage de donner l'impression de transformer des « épées en charrues », légitimant ainsi cette activité[20].

En particulier, le 23 janvier 2002, l'Administration Bush confirmait le choix du MOX pour traiter son plutonium militaire excédentaire. Elle marque ainsi clairement la rupture avec la « doctrine Carter » (1979) par laquelle les USA s'interdisaient ce recyclage afin de décourager la création d'une économie spécifique. Au contraire, sous couvert d'élimination, les États-Unis envisagent maintenant d'installer des infrastructures particulières - une usine MOX devrait être construite[21] - et sont par ailleurs de plus en plus réticents à fermer leurs usines de retraitement militaire vieilles de plusieurs décennies (site de Savannah River, Caroline du Sud).

Par ailleurs, les États-Unis encouragent, notamment financièrement, les visées russes de mise sur pied d'une économie du plutonium. Dans le budget de 2001 déjà, le Congrès américain attribuait 40 millions de dollars à un projet de conversion des surplus de plutonium militaire russe en MOX[22].

C'est également la direction que semble prendre l'Union européenne à travers certaines de ses décisions et certains programmes qu'elle soutient. Les Européens considèrent à juste titre la bonne gestion des stocks des excédents stratégiques de plutonium comme un aspect capital de la non-prolifération. Le traitement des surplus de l'ex-Union soviétique est l'une des priorités de son action dans ce domaine.

Une action commune du 17 décembre 1999 mentionne explicitement une série d'études sur le transport, le stockage et le traitement du plutonium. Le Conseil décide en juin 2001[23] de mettre cette action commune en œuvre ainsi que 5 projets parmi lesquels l'encouragement de la recherche et des études expérimentales relatives à la démonstration et à la délivrance de licences pour les combustibles à oxydes mixtes (MOX), ainsi que la conduite d'une étude de faisabilité en vue de l'immobilisation des déchets russes contenant du plutonium de qualité militaire. Les fonds attribués au volet MOX sont de l'ordre de 5,2 millions d'euros.

Plus concrètement, plusieurs activités franco-russes bénéficient déjà de l'aide financière de sections nucléaires de l'action commune de l'Union dont toutes concernent le MOX: aide au développement de bases normatives pour la production, la manipulation et l'utilisation du MOX issu du plutonium de qualité militaire, divers tests de MOX dans des réacteurs russes, études des moyens de transport et de stockage intermédiaire du plutonium militaire, étude sur les perspectives de recycler le plutonium par d'autres voies.

Par ailleurs, des projets franco-russes et germano-russes furent combinés en 1998 en un programme trilatéral (AIDA-MOX2)[24] visant à développer des solutions industrielles pour le retraitement des excédents stratégiques russes de plutonium en utilisant l'expérience européenne des techniques MOX et l'infrastructure nucléaire russe disponible. Ce programme trilatéral a été financé à hauteur de 10 millions d'Euros sur 4 ans, notamment par des fonds européens.

Des équipes de recherche franco-germano-russes ont conduit diverses études de faisabilité, de conception et une évaluation des coûts du programme russe de retraitement. Deux scénarios techniques ont été établis concernant le traitement de 34 tonnes de plutonium russe de qualité militaire[25]. L'un des scénarios envisage le traitement annuel de 2,2 à 5 tonnes de plutonium.

Ce programme trilatéral a influencé le travail du Groupe de Planification sur le Retraitement du Plutonium du G8, créé au sommet d'Okinawa en 2000. Le G8 a pris une initiative visant à assurer le volet russe du projet AIDA-MOX2 (de l'ordre de 2 milliards de dollars répartis entre une phase d'investissements et une phase d'exploitation). Un groupe d'experts (le Multilateral Plutonium Disposal Group) a été chargé d'étudier le bouclage du financement du projet et la mise en place d'une structure multinationale.

Dans plusieurs pays européens, le combustible MOX a été produit et employé dans des réacteurs. Certains – l'Allemagne notamment - se sont depuis engagés dans une sortie du nucléaire. Nous pouvons dès lors nous demander pourquoi ces États européens devraient être encouragés à séparer leur position vis-à-vis du problème du plutonium militaire russe de leurs politiques énergétiques nucléaires nationales.

RECOMMANDATIONS

Au vu des arguments précédemment énumérés, il nous semble légitime de privilégier l'option qui:

- permettrait de soustraire rapidement et définitivement les stocks de plutonium militaire à toute utilisation;
- réduirait au maximum les risques écologiques, sanitaires et sécuritaires liés aux transferts et aux manipulations du plutonium;
- induirait l'arrêt de toute tentative directe ou indirecte de mettre en place une économie basée sur le combustible au plutonium ou l'infrastructure nécessaire à cette économie.

En particulier, la politique de l'Union européenne et des États membres devrait :

- participer à une politique active de non-prolifération et de désarmement nucléaire en ne contribuant pas, même indirectement, au développement de nouvelles armes nucléaires;
- avant de se mettre d'accord pour financer l'élimination du plutonium russe et américain, les États européens devraient entreprendre une étude approfondie et lancer un vaste débat public sur les risques et avantages des options possibles;
- mener une action coordonnée afin d'influencer l'attitude vis-à-vis des stocks de plutonium militaire des puissances nucléaires, pour une gestion cohérente, concertée et responsable du plutonium et surtout du plutonium militaire;
- Veiller à ce que les fonds publics alloués à la réduction de la menace en Russie, notamment au titre de la PESC, ne soient plus destinés à l'encouragement de la mise sur pied d'une économie du plutonium.

La vitrification et l'entreposage sécurisé du plutonium militaire nous semble être actuellement une solution préférable à la voie du retraitement du point de vue de la sécurité internationale et de l'environnement. Ce choix ne devrait cependant pas exclure le soutien aux recherches envisageant d'autres solutions rapides et limitant les risques de détournement du plutonium militaire;

Les compagnies possédant des programmes de retraitement du MOX pourraient mettre leurs compétences à profit pour l'immobilisation du plutonium.

Le coût social d'un arrêt du retraitement du plutonium pourrait être compensé par la construction et l'exploitation d'installations pour l'immobilisation de la totalité du plutonium civil séparé ainsi que de l'excédent de plutonium militaire et par la mise en place de meilleurs programmes de réhabilitation des sites contaminés.

BIBLIOGRAPHIE

ABRAHAMSON, Dean, SWAHN, Johan, « The Political Atom », *Bulletin of Atomic Scientists*, Vol.56, Juillet/août 2000.

BATAILLE, Christian, *L'évaluation de la recherche sur la gestion des déchets nucléaires à haute activité – Tome II: les déchets militaires*, Assemblée Nationale: Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, Rapport n°179, Paris, 1997/1998, www.senat.fr/rap/o97-179/o97-179_mono.html (consulté le 30/06/04).

BERKHOUT, Frans, « L'industrie internationale du retraitement civil », *Energie et Sécurité*, n°2, février 1998, www.ieer.org/ensec/no-2/no2frnch/main.html (consulté le 30/06/04).

BIRRAUX, Claude, *Le contrôle de la sûreté et de la sécurité des installations nucléaires*, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, www.assemblee-nationale.fr/rap-oechst/plutonium/i2974-11.asp.

DAVIS, Mary Byrd, « Les matières: la Chaîne uranium - plutonium », *La France nucléaire: matières et sites*, www.francenuc.org (consulté le 30/06/04) .

DE MONTALEMBERT, J.A., *Contribution of civilian industry to the management of military fissible materials*, COGEMA, exposé à l'International Youth Nuclear Congress 2000, Bratislava, 9-14/04/2000.

DIAKOV, Anatoly s., « Disposition of Weapons-Grade Plutonium in Russia: Evaluation of Different Options », *Dismantlement and Destruction of Chemical, Nuclear and Conventional Weapons*, North Atlantic Treaty Organization, Bruxelles, 1996, pp. 171-180.

« L'évacuation du plutonium: la voie royale de sa Renaissance? », *Energie et Sécurité* (Editorial), n°3, janvier 1998, www.ieer.org/ensec/no3frnch/editorial.html (consulté le 30/06/04).

MAKHJANI, Arjun, « La fin de l'économie du plutonium », *Énergie et Sécurité*, septembre 2000, www.iee.org/french/puend.html (consulté le 30/06/04).

MAMPAEY, Luc, « Quelle destination pour le plutonium d'origine militaire? », *Note d'analyse du GRIP*, 7 août 2002, www.grip.org/bdg/g1032.html (consulté le 30/06/04) .

MEREU, Francesca, « Russia: Nuclear Security System Comes Under Question », *Federation of American Scientists*, 18/02/2002, www.fas.org/news/russia/2002/02180rferl.htm (consulté le 30/06/04)

MORICHAUD, Jean-Pierre, « Le Mox en France et en Belgique », *Énergie et Sécurité*, n°3, janvier 1998, www.iee.org/ensec/no3frnch/lemox (consulté le 30/06/04) .

Pourquoi s'opposer au retraitement du plutonium américain à Dessel (Belgique)? Note argumentaire, septembre 2002, www.ecolo.be/tdb/arguments/200209_plutonium_us_argumox.htm (consulté le 30/06/04) .

SCHMITT, Burkard (sous la direction de) , « L'UE et la réduction de la menace en Russie », *Cahiers de Chaillot*, n°61, juin 2003.

SCHNEIDER, Mycle, *La menace du terrorisme nucléaire: de l'analyse aux mesures de précaution*, exposé au Colloque international « Les démocraties face au terrorisme de masse », Assemblée Nationale, Paris, 10/12/2001.

SENAT FRANCAIS, *Aperçu de la coopération franco-russe dans le domaine nucléaire*, www.senat.fr/rap/102-004/102-0043.html (consulté le 30/06/04).

WAUTELET, Michel, *Sciences, technologies et société*, De Boeck, Bruxelles, 2001.

[1]. A ces chiffres il faut ajouter les diminutions de têtes nucléaires de 300 à 185 au Royaume-Uni, de 504 à 450 en France et de 432 à 400 en Chine sur la même période. Source : Carnegie Endowment for International Peace cité par Claude BIRRAUX.

[2]. DE MONTALEMBERT et BIRRAUX.

[3]. Arms Control Reporter, mars 2002, 612aFIS02 p1. L'Institute for Energy and Environmental Research du Maryland (www.ieer.org) avance des chiffres comparables: 250 tonnes.

[4]. MAMPAEY

[5]. Sommet des 8 chefs d'Etat et de gouvernement des pays les plus industrialisés de la planète.

[6]. G8. *Communiqué d'Okinawa*, 23 juillet 2000, www.g8.fr.

[7]. MAMPAEY.

[8]. DE MONTALEMBERT

[9]. Il est communément admis que les matières nucléaires russes en particulier sont très faiblement gardées et que leur dissémination représente une menace réelle pour la sécurité internationale.

[10]. WAUTELET.

[11]. «La destruction du Plutonium militaire», www.laradioactivite.com/pages/07_nucleaire/02_irraddies/03_destruction.htm.

[12]. Voir à ce propos les articles de SHAPIRA, JP, « Une nouvelle stratégie pour le plutonium », *La Recherche*, n°226, novembre 1990 et SENE, M., « Dossier MOX », *La Gazette Nucléaire*, n°155/156, janvier 1997.

[13]. Dans un réacteur normal, pour une tonne d'uranium au départ, il y a 8,9 kg de Pu après 3 ans en réacteur ; avec le MOX, pour une tonne de MOX au départ, il y en a 75 kg au départ et 58 kg après 3 ans en réacteur. Voir à ce propos M. WAUTELET.

[14]. MAKHIJANI

[15]. DIAKOV. Cette estimation du prix du MOX (CANDU) ne prend en compte que la fabrication, le coût de l'uranium, la conversion du plutonium métallique en oxyde, le plutonium étant gratuit. Les coûts du stockage, des transports et les coûts liés à la conversion des installations existantes ne sont pas intégrés dans cette évaluation.

[16]. GREENPEACE, *Dossier technique sur le MOX*, Février 2003.

[17]. La France avec la COGEMA à Cadarache et Marcoule, la Belgique avec la Belgonucléaire à Dessel, le Royaume-Uni à Sellafield produisent du MOX à l'échelle industrielle.

[18]. Voir à ce propos l'article de RANDRIANARIMANANA, Philippe, «La Russie veut importer plus de déchets radioactifs», *Courrier international*, 1/07/2004, www.courrierinternational.com/article.asp?obj_id=24595&provenance=zop.archives (consulté le 12/07/04)

[19]. MAKHIJANI

[20]. BERKHOUT

[21]. Position américaine présentée par le Sénateur Bennett JOHNSTON lors de la Conférence *Future for Excess Weapons Grade Plutonium?* organisée par COGEMA le 9/06/1997, www.f-e-e.org/cgi-bin/fee/cal/agendadetail.cgi?ActID=1584

[22]. Voir l'exposé de Ms Laura Holgate, Directrice de l' « Office of Fissile Materials Disposition » du Department of Energy (DOE), USA présenté lors du second *Annual International Forum on the Peaceful Use of Nuclear Energy* organisé par le Japan Nuclear Cycle Development Institute en mars 2000, www.jnc.go.jp/kaihatu/hukaku/english/e-forum-99 (consulté le 7/07/04).

[23]. European Union, Council Decision (CFSP 2001/493): *Implementing Joint Action 1999/878/CFSP with a View to Contributing to the European Union Cooperation Program for Non-Proliferation and Disarmament in the Russian Federation*, 25/06/01, www.eur.ru/en/images/pText_pict/257/Council_decision_impl_Joint_action.pdf (consulté le 3/06/04.)

[24]. Le Projet AIDA a été initié par la France en 1993. Dans sa seconde phase – 1998-2002 : « AIDA-MOX2 », les usines de conversion du plutonium (CHEMOX) et de fabrication du MOX (DEMOX) ont été conçues en coopération par la France, l'Allemagne, la Russie, l'Italie et la Belgique.

[25]. Un accord russo-américain de septembre 2000 prévoit la destruction de 34 tonnes de plutonium militaire de part et d'autre sur 15 ans et la mise en place d'une coopération technique et scientifique bilatérale.



Groupe de recherche et d'information sur la paix et la sécurité
70 Rue de la Consolation, B-1030 Bruxelles
Tél.: +32.2.241 84 20 - Fax : +32.2.245 19 33
Internet : www.grip.org - Courriel : admi@grip.org

Copyright © GRIP - Bruxelles/Brussels, 2003 - Webmaster

La reproduction des informations contenues sur ce site est autorisée, sauf à des fins commerciales, moyennant mention de la source et du nom de l'auteur.

Reproduction of information from this site is authorised, except for commercial purposes, provided the source and the name of the author are acknowledged.