



Assemblée générale

Distr. GENERALE

A/AC.105/593/Add.2*
6 février 1995

FRANCAIS
Original : RUSSE

COMITE DES UTILISATIONS PACIFIQUES
DE L'ESPACE EXTRA-ATMOSPHERIQUE

RECHERCHE NATIONALE SUR LA QUESTION DES DEBRIS SPATIAUX

SURETE DES SATELLITES EQUIPES DE SOURCES D'ENERGIE NUCLEAIRES

PROBLEMES RELATIFS A LA COLLISION DE SOURCES D'ENERGIE NUCLEAIRES
AVEC DES DEBRIS SPATIAUX

Note du Secrétariat

Additif

1. Le Secrétaire général a adressé une note verbale, datée du 13 juillet 1994, à tous les Etats Membres, les invitant à communiquer des informations sur la recherche nationale sur la question des débris spatiaux, la sûreté des satellites équipés de sources d'énergie nucléaires et les problèmes relatifs à la collision de sources d'énergie nucléaires avec des débris spatiaux.
2. Le présent document contient les renseignements fournis dans les réponses reçues d'Etats Membres entre le 13 janvier et le 2 février 1995.

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
REPONSES RECUES DES ETATS MEMBRES	2
Fédération de Russie	2

* Traduction d'un document n'ayant pas fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle.

REPONSES RECUES DES ETATS MEMBRES

Fédération de Russie

[Original : Russe]

- A. Rapport sur la mesure dans laquelle les conditions énoncées dans les Principes relatifs à l'utilisation de sources d'énergie nucléaires dans l'espace ont été remplies

La situation actuelle, en ce qui concerne le problème de la sûreté des sources d'énergie nucléaires (SEN) utilisée dans les engins spatiaux, se caractérise comme suit :

1. Expérience en matière de mise au point et d'application de systèmes visant à assurer la sûreté des réacteurs à SEN dans les engins spatiaux sur orbite basse, systèmes prévoyant une dispersion aérodynamique et par explosion, en tant que solution de secours en cas de défaillance du système de base consistant à transférer la source d'énergie sur une orbite de dégagement à longue durée de vie;

2. Expérience en matière de mise au point et d'introduction d'équipements particuliers (écran thermique, isolation thermique, mécanismes résistant aux impacts) pour les SEN radio-isotopiques, afin d'assurer la sûreté de tous les engins spatiaux dans des conditions normales d'exploitation et en cas d'accident;

3. Adoption de principes internationaux relatifs à l'utilisation des SEN dans l'espace, tenant compte de l'expérience acquise face aux problèmes liés à la sûreté des SEN (réacteurs nucléaires ou générateurs isotopiques), énonçant un ensemble de conditions techniques et de dispositions relatives à la responsabilité juridique;

4. Compréhension des problèmes liés à la sûreté des SEN, compte tenu des conséquences de collisions possibles avec des débris spatiaux lorsque les SEN sont placés sur des orbites de dégagement à longue durée de vie après transfert dans le cas d'engins spatiaux sur orbite basse, ou après que l'engin a cessé de fonctionner dans le cas d'engins sur orbite haute;

5. Disponibilité de projets initiaux relatifs aux systèmes susceptibles d'assurer la sûreté nucléaire des réacteurs à SEN et la radioprotection en cas d'accident;

6. Modifications de la structure des autorités nationales responsables du lancement d'engins spatiaux équipés de SEN, ainsi que de la teneur des textes régissant la sûreté des SEN dans l'espace;

7. Développement de la coopération internationale et augmentation du nombre de personnes participant à la conception des SEN, notamment sur une base commerciale, et insuffisance potentielle de la documentation technique disponible pour assurer la sûreté des SEN durant leur fonctionnement et en cas d'accident.

Dans la Fédération de Russie, les problèmes liés à la sûreté des SEN dans l'espace ont conduit à l'adoption de modèles répondant aux conditions requises et acceptables du point de vue structurel et technologique; ces modèles ont été utilisés par les entreprises participant à des projets conjoints d'élaboration de SEN et sont reconnus internationalement.

Dans le cadre des projets futurs de mise au point de SEN, on envisage de recourir à une gamme plus large de types de SEN et, dans le même temps, de procéder à une sélection judicieuse des solutions optimales aux problèmes de sûreté.

Les Principes relatifs à l'utilisation de sources d'énergie nucléaires dans l'espace ont été rédigés lors de sessions du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique de l'ONU et de deux de ses Sous-Comités : le Sous-Comité scientifique et technique et le Sous-Comité juridique, durant les années 1979 à 1992.

Lors de la session de 1992 du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique, l'ensemble de Principes a été adopté par consensus et soumis à l'approbation de l'Assemblée générale des Nations Unies.

Dans sa résolution 47/68, datée du 14 décembre 1992, l'Assemblée générale a approuvé les Principes relatifs à l'utilisation de sources d'énergie nucléaires dans l'espace.

Sur les 11 Principes énoncés, les suivants sont de caractère véritablement technique :

Principe 3. Directives et critères d'utilisation sûre;

Principe 4. Evaluation de sûreté;

Principe 5. Notification de retour.

et, dans une moindre mesure :

Préambule;

Principe 2. Définition des termes;

Principe 6. Consultations;

Principe 7. Assistance aux Etats.

Sur l'ensemble des Principes adoptés, le Préambule et les Principes 2, 3, 4, 5, 6 et 7, touchant les aspects techniques de la sûreté, ont des incidences sur le problème de la sûreté des sources d'énergie nucléaires dans l'espace.

Le Préambule fait état de l'intérêt que présente l'utilisation de sources d'énergie nucléaires dans l'espace, de la non-applicabilité des Principes aux moteurs à propulsion nucléaire et aux sources d'énergie nucléaires destinées à faire fonctionner des moteurs à électro-propulsion, ainsi que de l'applicabilité des Principes aux sources d'énergie nucléaires du type de celles qui sont utilisées à l'heure actuelle.

Le Principe 3 - Directives et critères d'utilisation sûre - est le principal et énonce les objectifs généraux relatifs à la radioprotection et à la sûreté nucléaire, ainsi que les conditions que doivent remplir les réacteurs nucléaires et les générateurs isotopiques.

Ainsi, les Principes énoncent les conditions de sûreté auxquelles doivent satisfaire les sources d'énergie nucléaires lorsqu'elles fonctionnent dans un engin spatial et déterminent le volume d'informations à publier avant le lancement et, en particulier, en cas de problème grave dans un engin spatial contenant des sources d'énergie nucléaires.

La question de la sûreté des sources d'énergie nucléaires dans l'espace est liée à la limitation de l'impact radiologique sur la population et l'environnement (section 1 du Principe 3), lorsque celles-ci fonctionnent normalement, durant les phases suivantes : préparatifs au sol, lancement en tant qu'éléments de la fusée et de l'engin spatial, placement de l'engin spatial sur l'orbite opérationnelle calculée, fin de leur vie utile en tant qu'éléments de l'engin en orbite, fin de la vie active de l'engin en orbite et de la SEN et, en cas de situations d'urgence potentielles et prévisibles, à tous les stades de l'utilisation des SEN.

Ces problèmes ont été soulevés à l'échelon international et interprétés en termes de doses de rayonnement, sur la base des recommandations les plus récentes de la Commission internationale de protection radiologique, qui ont été prises en compte lors de la conception et du lancement de sources d'énergie nucléaires dans notre pays et sont reprises dans la réglementation nationale.

Les conditions relatives aux moyens d'assurer la sûreté des sources d'énergie nucléaires dans l'espace sont énoncées dans le Principe 3 et sont envisagées pour les engins spatiaux sur orbite haute et basse transportant des réacteurs à SEN et pour les engins spatiaux à générateurs radio-isotopiques (sections 2 et 3 du Principe 3).

Les prescriptions applicables aux sources d'énergie nucléaires utilisées dans les réacteurs de tous types sont essentiellement les suivantes :

1. Utiliser comme combustible de l'uranium 235 fortement enrichi (plus de 90 %) afin de prévenir l'accumulation de plutonium 239 (section 2 c) du Principe 3).

2. Faire passer le réacteur à l'état critique après qu'il ait atteint l'orbite opérationnelle calculée (section 2 d) du Principe 3), ce qui n'empêche pas le démarrage physique du réacteur avant le lancement de l'engin spatial pour vérifier les systèmes de contrôle du réacteur (dernière phrase de la section 3 du Principe 2); cela est obtenu dans la pratique en limitant, par exemple, la puissance produite à 20 W/h.

3. Faire en sorte que le réacteur n'atteigne pas l'état critique en cas de chute due à un accident de la fusée ou de l'engin spatial avant de parvenir à l'orbite opérationnelle calculée (section 2 e) du Principe 3).

La durée de vie passive et l'altitude de l'orbite de dégagement en fonction du coefficient balistique pour les SEN équipant des engins spatiaux en orbite basse ainsi que l'orbite opérationnelle pour les engins spatiaux en

orbite haute sont choisies en fonction du temps requis pour que l'activité dans le réacteur revienne au niveau admissible et eu égard aux conséquences radiologiques d'une collision entre l'engin spatial et des débris spatiaux (section 2 b) du Principe 3). On peut prendre comme niveau admissible l'activité alpha de l'uranium 234, de l'uranium 235 et l'uranium 238 dans le réacteur, et l'activité bêta d'une petite quantité de produits de fission provenant des isotopes d'uranium.

Pour les engins spatiaux placés sur des orbites basses et contenant des SEN, il est impératif d'utiliser un système de dégagement des SEN (section 2 a), sous-section iii) du Principe 3) qui soit hautement fiable (section 2 f) du Principe 3). Si le retrait de sources d'énergie nucléaires alimentant un réacteur échoue, on peut recourir à des systèmes de dispersion des éléments du réacteur à condition que ces systèmes soient eux aussi hautement fiables (section 2 f) du Principe 3) et en assurant des niveaux admissibles de retombées et des doses d'irradiation dans la région contaminée (section 1 c), deuxième paragraphe du Principe 3).

Des SEN isotopiques peuvent être utilisées dans les missions interplanétaires en orbite terrestre (section 3 a) du Principe 3). Ces SEN isotopiques devraient comporter des systèmes de protection et d'isolation contre la chaleur assurant l'intégrité des éléments contenant les radio-isotopes lors de la rentrée dans l'atmosphère aux première et deuxième vitesses cosmiques (section 3 b) du Principe 3). Lors de l'impact au sol, il faut assurer avec la fiabilité requise qu'aucun radio-isotope ne soit dispersé dans l'atmosphère et prévoir des mesures permettant de repérer les SEN, de les récupérer et d'éliminer les conséquences de l'incident (section 3 b) du Principe 3).

Ces prescriptions sont tout à fait conformes, en pratique, à celles des réglementations nationales prises en compte pour concevoir et utiliser dans l'espace extra-atmosphérique des sources d'énergie nucléaires isotopiques et des sources alimentant des réacteurs à neutrons rapides et des réacteurs thermiques et qui seront appliquées pour concevoir les SEN de l'avenir.

Une analyse probabiliste des risques radiologiques potentiellement graves (quatrième alinéa du Préambule des Principes) effectuée pour un réacteur spécifique en tenant compte de l'objet et du programme de vol d'un engin spatial et combinant différentes méthodes propres à assurer la sûreté des SEN nous permet de confirmer et de justifier le degré de risque minimal qu'implique le lancement de sources d'énergie nucléaires. Ce type d'analyse probabiliste aidera également les organes pertinents du système des Nations Unies à préparer et à publier un rapport final sur la sûreté des sources d'énergie nucléaires, conformément au Principe 4.

L'évaluation de la sûreté des SEN qui sera rendue publique contiendra des informations sur le lancement de l'engin spatial portant les SEN, une description de celles-ci et la confirmation que les dispositions des Principes relatifs à l'utilisation de sources d'énergie nucléaires dans l'espace auront été appliquées et notamment les conditions énoncées dans le Principe 3.

Dans ces évaluations de sûreté, il ne sera pas divulgué de données touchant à la sécurité d'un pays ou aux droits de propriété.

L'évaluation de sûreté couvrira les éléments suivants :

- Informations sur le lancement de l'engin spatial avec des sources d'énergie nucléaires;
- Description des sources d'énergie;
- Conformité entre les dispositions énoncées dans les Principes et les prescriptions des réglementations nationales suivies pour la conception et la construction des sources d'énergie nucléaires;
- Données sur les caractéristiques techniques et les systèmes de sûreté des sources d'énergie nucléaires en exploitation normale et dans les situations d'urgence, à tous les stades des opérations;
- Analyse des situations d'urgence possibles et des paramètres décrivant l'effet des conditions d'urgence sur les sources d'énergie;
- Etat des caractéristiques techniques et des systèmes de sûreté des SEN dans des conditions d'urgence;
- Données sur les conditions radiologiques et les doses d'irradiation possibles durant l'exploitation normale de l'engin spatial avec des SEN et dans les situations d'urgence;
- Justification théorique et expérimentale de l'efficacité des systèmes de sûreté et des caractéristiques techniques dans des conditions d'urgence;
- Confirmation de la fiabilité des systèmes de sûreté et des caractéristiques techniques des SEN par des tests effectués sur des modèles de SEN;
- Risques de contamination radiologique et chimique de l'environnement en cas d'accident, compte tenu de la probabilité des situations d'urgence, de la probabilité que les paramètres d'impact en cas d'accident soient atteints et de la fiabilité des systèmes de sûreté et des caractéristiques techniques des SEN en rapport avec la sûreté;
- Mesures prévues, sur le plan de l'organisation et sur le plan technique, pour éliminer les conséquences des accidents, en prévoyant notamment la zone où tombera l'objet spatial, le repérage, l'identification et la récupération des SEN et de leurs éléments au point de chute et les opérations de décontamination nécessaires, le cas échéant.

Dans la description des SEN, on fournira si possible tous les détails utiles concernant leur puissance, leur durée de vie, leurs spécifications et les matériaux radioactifs et toxiques qu'elles contiennent, afin de parer à toute affirmation fallacieuse dans ce domaine et de permettre à des experts indépendants d'effectuer des évaluations objectives.

L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), qui a participé aux sessions du Sous-Comité scientifique et technique et du Sous-Comité juridique du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique de l'ONU

où les Principes relatifs à l'utilisation de sources d'énergie nucléaires dans l'espace ont été examinés, a établi en 1992-1994 un document spécial intitulé "Emergency planning and preparedness for the case of re-entry of a satellite containing a nuclear device" (Planification préalable d'urgence en cas de rentrée de satellite équipé d'un dispositif nucléaire), qui contient à la fois des informations et des recommandations. Sur la base de ce document et des mesures que l'AIEA pourrait prendre en cas d'accident concernant un engin spatial équipé d'une source d'énergie nucléaire, en coordination avec l'Etat de lancement et les pays possédant les capacités technologiques pertinentes, il devrait être possible d'obtenir des informations précises sur l'accident en question et d'envisager une action concertée pour prognostiquer l'évolution de la situation, formuler des avertissements quant à ses conséquences et effectuer les opérations de nettoyage nécessaires.

B. Collisions de sources d'énergie nucléaires avec des débris spatiaux

Compte tenu de l'opinion formulée par le Sous-Comité quant à la nécessité d'effectuer des recherches approfondies sur le problème des collisions des sources d'énergie nucléaires avec des débris spatiaux et de publier les résultats de ces recherches, la Fédération de Russie continue chaque année de présenter un document de travail contenant les résultats des calculs réalisés en la matière dans le cadre du programme global de recherche sur la sûreté des SEN dans l'espace.

Le présent document contient les résultats des calculs effectués en 1994 sur la base de programmes informatisés permettant la modélisation bidimensionnelle du processus de destruction en cas de collision entre des débris spatiaux et des sources d'énergie nucléaires alimentant un réacteur placées dans l'espace dans les années 1970-1988 et situées sur une orbite de 700 à 1 000 km.

On a envisagé la collision entre des débris spatiaux et une SEN alimentant un réacteur d'une masse de 1 250 kg, d'un diamètre de 1,3 m et d'une longueur de 5,7 m, y compris le réacteur, l'écran contre les radiations, le système d'alimentation en froid-chaud à métaux liquides, le générateur et le système d'évacuation thermo-électriques et autres éléments. On a pris en considération dans les calculs les collisions avec des débris spatiaux dont les dimensions et la masse, au moment de la collision avec des SEN alimentant un réacteur, pourraient générer une impulsion retardatrice d'une force telle que les paramètres de la trajectoire de vol de la SEN seraient sensiblement modifiés et que la SEN quitterait prématurément l'orbite initiale dans laquelle elle se déplaçait avant la collision.

Les vitesses de collision, les angles d'impact et les dimensions (ou masse) des débris spatiaux ont été calculés dans chacun des cas de figure suivants :

- Désintégration en petits fragments de 10 % de la masse de la SEN alimentant le réacteur;
- Durée de vie en orbite de la SEN, sous l'effet de l'impulsion retardatrice, ramenée à 30-50 ans (durée de la désintégration virtuellement complète de l'activité pour laquelle le réacteur a été conçu).

Les calculs ont montré que la vitesse relative la plus probable au moment de l'impact dans les conditions supposées était de 11,7 km/sec. Les coordonnées horizontales locales (azimut) les plus probables de la collision seraient de 8° et de 84°. La taille limite des débris spatiaux serait supérieure à 3-8,5 cm pour l'aluminium et à 2-6 cm pour l'acier, selon le point d'application de l'impact dans la conception de la SEN alimentant le réacteur.

Pour les conséquences radiologiques de la collision de SEN avec des débris spatiaux des dimensions indiquées, les calculs préliminaires ont montré qu'il y aurait désintégration aérodynamique du combustible (uranium 235) du réacteur à des altitudes de 60-40 km et qu'il pourrait y avoir une retombée de composants en acier partiellement désintégrés de la structure et du réflecteur en béryllium.

Pour évaluer la probabilité d'une collision de SEN alimentant un réacteur avec des débris spatiaux, on a analysé la distribution en altitude et en latitude des débris spatiaux catalogués et choisi une méthodologie pour calculer la distribution des débris spatiaux non catalogués d'une taille supérieure à 0,5-15 cm. Si l'on effectue des pronostics théoriques quant à la multiplication des débris spatiaux dans l'avenir en appliquant à la politique technologique en matière spatiale deux coefficients de valeur 0,1 et 0,4 (sur la base d'un coefficient de 1 pour la période 1960-1993), on peut estimer les probabilités de collision avec une SEN alimentant un réacteur placée sur une orbite circulaire de 950 km avec un angle d'inclinaison de 65°. La probabilité de collision avec des débris spatiaux de plus de 0,5 cm est d'environ une fois en 75 ans avec un coefficient de 0,1 pour la politique technologique, et d'une fois en 55 ans avec un coefficient de 0,4.

La probabilité spécifique en 1993 d'une collision sur une orbite de 950 km avec un angle d'inclinaison de 65° était de $3,4 \times 10^{-4}$ par m^2 et par an pour les débris spatiaux de plus de 0,5 cm et de $1,3 \times 10^{-6}$ par m^2 et par an pour les débris spatiaux de plus de 15 cm. Cela nous permet de prévoir une probabilité de collision de SEN avec des débris spatiaux de grande taille (c'est-à-dire de taille supérieure aux dimensions limites indiquées) nettement plus faible, avec formation d'une impulsion retardatrice suffisante pour abrégier la durée de vie dans l'espace des SEN alimentant des réacteurs dans l'espace.

L'analyse de l'interaction des débris spatiaux avec les SEN en cas de collision (probabilité, vitesse, angle d'impact, désintégration des SEN sous l'effet de la collision) et des conséquences de cette interaction (durée de vie des fragments de SEN après impact ou des SEN endommagées jusqu'au moment de la rentrée dans l'atmosphère, combustion dans l'atmosphère, retombée de particules de matériaux de SEN ou de composants de SEN partiellement désintégrés) impliquent des calculs informatisés complexes et dans lesquels la conception spécifique de la SEN et les paramètres de la trajectoire de vol effective doivent être pris en compte.