



Assemblée générale

Distr. limitée
16 septembre 2020
Français
Original : russe

**Comité des utilisations pacifiques
de l'espace extra-atmosphérique**
Sous-Comité scientifique et technique
Cinquante-huitième session
Vienne, 1^{er}-12 février 2021

Application pratique des Principes relatifs à l'utilisation de sources d'énergie nucléaires dans l'espace et du Cadre de sûreté pour les applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace

Document de travail présenté par la Fédération de Russie

Le présent document a été établi pour faire suite au paragraphe 8 du rapport du Groupe de travail sur l'utilisation de sources d'énergie nucléaire dans l'espace ([A/AC.105/C.1/NPS/2019/L.1](#)) en vue de sa présentation au Groupe de travail sur les sources d'énergie nucléaires du Sous-Comité scientifique et technique du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique.

Il répond aux objectifs 1 et 2 du plan de travail pluriannuel du Groupe de travail ([A/AC.105/1138](#), annexe II, par. 8 et 9).

Le respect des exigences internationales et nationales garantit l'utilisation en toute sûreté de sources d'énergie nucléaires à toutes les étapes du cycle de vie des engins spatiaux transportant ces sources d'énergie, tant dans le cadre d'une exploitation courante qu'en cas d'accident. Ainsi, l'utilisation de sources d'énergie nucléaires dans l'espace extra-atmosphérique peut être considérée comme un moyen efficace d'améliorer les possibilités d'exploration et d'exploitation de celui-ci.

Conformément aux recommandations des Nations Unies, la Fédération de Russie a adopté un ensemble de textes réglementaires et mis en place des mesures techniques visant à garantir l'exploitation en toute sûreté des engins spatiaux équipés de sources d'énergie nucléaires.

Pour ce type d'engins spatiaux, la sûreté à tous les stades du cycle de vie est essentielle et fait partie intégrante de leur conception et de leurs applications. Le Cadre de sûreté pour les applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace ([A/AC.105/934](#)) (ci-après « le Cadre ») stipule que la sûreté doit être prise en compte dès les premiers stades de la conception des sources d'énergie nucléaires et des engins spatiaux.

La mission spatiale ExoMars, un programme conjoint d'exploration de Mars de Roscosmos, l'entreprise d'État pour les activités spatiales, et de l'Agence spatiale européenne, est actuellement en cours de réalisation. C'est dans le cadre de ce programme que la sonde spatiale ExoMars-2016 a été lancée. En 2020, il est prévu de lancer la sonde spatiale ExoMars-2020, qui emportera sur Mars une plateforme de



surface russe avec un rover européen à son bord, tous deux équipés de sources d'énergie nucléaires sous forme de générateurs thermoélectriques à radio-isotopes.

Pour que des sources d'énergie radio-isotopiques puissent être utilisées dans l'espace extra-atmosphérique, il est essentiel qu'elles soient conçues conformément aux exigences internationales actuelles relatives à l'utilisation sûre des sources d'énergie nucléaires dans l'espace extra-atmosphérique, en particulier aux lignes directrices et aux critères de sûreté énoncés dans les Principes relatifs à l'utilisation des sources d'énergie nucléaires dans l'espace (ci-après « les Principes »), approuvés par l'Assemblée générale des Nations Unies dans sa résolution 47/68 du 14 décembre 1992. Lors de leur conception, des mesures scientifiques, techniques et organisationnelles sont mises en œuvre pour assurer la sûreté des sources d'énergie radio-isotopiques, à tous les stades de fonctionnement et en cas d'accident.

La sûreté des sources d'énergie radio-isotopiques de la mission ExoMars est basée sur les orientations de la Fédération de Russie visant à assurer la sûreté des générateurs thermoélectriques et des unités de chauffage à radio-isotopes à toutes les étapes de leur cycle de vie. Ces orientations ont été élaborées conformément aux recommandations formulées dans le Cadre et sont conformes aux principes et aux critères d'utilisation en toute sûreté des sources d'énergie nucléaire, tels qu'ils sont énoncés dans les Principes.

Au stade préliminaire de la conception, les risques de survenue d'un accident impliquant la source d'énergie radio-isotopique pendant son utilisation sont évalués de manière exhaustive et, partant, les conséquences pour cette source et la probabilité de conséquences radiologiques sont déterminées. De même, les besoins en matière d'évaluation et d'essais concernant la conception de la source d'énergie radio isotopique sont également déterminés.

Conformément aux Principes, les sources d'énergie radio-isotopiques sont fabriquées de telle manière qu'elles résistent à la chaleur et aux forces aérodynamiques en cas d'accident, y compris lors de la rentrée dans la haute atmosphère depuis des orbites hautement elliptiques ou hyperboliques, ainsi qu'à l'impact ultérieur sur la surface de la Terre. Le système de confinement et la forme physique de l'isotope garantissent qu'aucune matière radioactive n'est dispersée dans l'environnement à des niveaux dépassant ceux établis dans les normes pertinentes de l'AIEA (*Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material*, Safety Requirements No. TS-R-1, édition 2009), de sorte que la récupération de la source d'énergie radio-isotopique suffise à débarrasser complètement la zone d'impact de toute radioactivité.

Au stade de l'élaboration de la documentation de l'étude d'exécution des sources d'énergie radio-isotopiques, une série d'évaluations et de tests sont effectués afin de s'assurer que la conception répond aux exigences en matière de sûreté, ces activités ayant été définies au stade préliminaire de la conception et comprenant les principales étapes suivantes :

- Élaboration d'un protocole de fiabilité, d'un protocole de sûreté et d'un protocole d'assurance de la qualité des sources d'énergie radio-isotopiques ;
- Publication des documents relatifs à la conception et au fonctionnement des sources d'énergie radio-isotopiques ;
- Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité ;
- Réalisation d'évaluations (y compris une analyse thermique, de résistance et balistique et une évaluation de l'exposition aux rayonnements) ;
- Étude du comportement dans des conditions de fonctionnement (incidences des conditions climatiques, thermiques, vibratoires, statiques et autres) ;
- Étude du comportement dans des conditions d'accident (y compris en cas d'incendie sur le site de lancement, d'échauffement aérodynamique, de collision avec un obstacle, de choc thermique lors de l'entrée dans l'eau et étude des incidences de la pression hydrostatique externe) ;

- Évaluation des indicateurs de fiabilité et de sûreté des sources d'énergie radio-isotopiques ;
- Publication de spécifications techniques.

Lors de l'élaboration des protocoles de fiabilité et de sûreté, une attention particulière est accordée au contenu des mesures visant à confirmer les indicateurs de fiabilité et de sûreté de la conception des sources d'énergie radio-isotopiques à tous les stades du cycle de vie.

Au cours de l'analyse des modes de défaillance, des effets et de la criticité, fondée sur les caractéristiques de conception du système de protection contre les risques des sources d'énergie radio-isotopiques, les modes de défaillance et les effets possibles sont identifiés pour divers éléments de conception du système, la criticité de ces modes est évaluée, une liste des éléments critiques de la conception est établie et des mesures organisationnelles, techniques et en matière d'organisation visant à prévenir et à détecter les défaillances potentielles des éléments critiques identifiés sont formulées. Les résultats de l'analyse sont utilisés lors de toutes les évaluations et de tous les essais pour confirmer la fiabilité et la sûreté des sources d'énergie radio-isotopiques.

Les études de comportement dans les conditions d'exploitation et d'accident sont effectuées sur des sources d'énergie radio-isotopiques modélisées. Les études de comportement dans des conditions d'accident sont effectuées sur des modèles de sources d'énergie radio-isotopiques qui ont subi les tests de comportement dans des conditions d'exploitation, ce qui permet d'améliorer les informations disponibles et de fournir une évaluation plus précise de la sûreté des sources d'énergie radio-isotopiques.

Lorsque des résultats positifs sont obtenus à toute la série d'évaluations et d'essais, on peut alors utiliser les sources d'énergie radio-isotopiques en toute sûreté, car ils confirment la fiabilité et la sûreté de la conception dans toutes les conditions d'exploitation et d'accident.

Une fois que des résultats positifs sont obtenus pour toutes les évaluations et tous les tests réalisés pour affiner la conception des sources d'énergie radio-isotopiques, les préparatifs pour la production de sources d'énergie radio-isotopiques standard destinées à être utilisées dans l'espace sont lancés.

La technologie des méthodes de contrôle utilisée pour la fabrication des sources d'énergie radio-isotopiques standard est basée sur la technologie de fabrication des modèles utilisés lors de la conception. Ainsi, la continuité des techniques de production est garantie et il est possible de s'assurer que le modèle de source d'énergie radio-isotopique est bien conforme aux caractéristiques du produit standard. Chaque source d'énergie radio-isotopiques fabriquée est soumise à des tests de réception, y compris des tests sur les effets des charges opérationnelles. Les tests de réception visent à s'assurer de la conformité aux spécifications techniques. En outre, les résultats sont comparés aux résultats des tests effectués au stade de la documentation de l'étude d'exécution.

Chaque source d'énergie radio-isotopique conçue pour être utilisée dans l'espace doit être certifiée par le Système fédéral de certification des technologies spatiales. Si le résultat de l'évaluation est positif, un certificat est délivré attestant que chaque source d'énergie radio-isotopique a été conçue conformément aux exigences relatives à l'utilisation sûre des sources d'énergie nucléaires dans l'espace extra-atmosphérique, telles qu'énoncées dans les Principes.

Ainsi, toutes les sources d'énergie radio-isotopiques font l'objet d'un contrôle complet.

D'une manière générale, les Principes et les recommandations pratiques figurant dans le Cadre de sûreté sont un outil suffisant pour les États et les organisations internationales soucieuses d'assurer en toute sûreté le développement et l'utilisation de sources d'énergie nucléaire dans l'espace.

Le respect des exigences internationales et nationales permet de garantir l'utilisation de sources d'énergie nucléaires en toute sûreté à tous les stades du cycle de vie des engins spatiaux transportant ces sources d'énergie, tant en exploitation courante qu'en cas d'accident. Ainsi, l'utilisation de sources d'énergie nucléaires dans l'espace extra-atmosphérique peut être considérée comme un moyen efficace d'améliorer les possibilités d'exploration et d'exploitation de celui-ci.
