



Assemblée générale

Distr. limitée
9 novembre 2020
Français
Original : anglais

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

Analyse préliminaire actualisée de la contribution des Principes relatifs à l'utilisation de sources d'énergie nucléaire dans l'espace à la sûreté des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace

**Établi par l'Italie, la France, le Royaume-Uni de Grande-Bretagne
et d'Irlande du Nord et l'Agence spatiale européenne**

Introduction et contexte

1. Le présent document se fonde sur une première analyse préliminaire de la contribution des Principes relatifs à l'utilisation de sources d'énergie nucléaire dans l'espace à la sûreté des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace, qui a été publiée sous la cote [A/AC.105/C.1/L.378](#). Cette version actualisée tient compte des observations qui ont été reçues et des discussions dont le document [A/AC.105/C.1/L.378](#) a fait l'objet dans le cadre du Groupe de travail sur l'utilisation de sources d'énergie nucléaire dans l'espace à l'occasion de la cinquante-septième session du Sous-Comité scientifique et technique du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique.

2. Les Principes relatifs à l'utilisation de sources d'énergie nucléaire dans l'espace ont été négociés à la suite des dommages radiologiques causés par la rentrée atmosphérique de l'engin spatial soviétique Cosmos 954 au-dessus des Territoires du Nord-Ouest du Canada, le 24 janvier 1978, rentrée au cours de laquelle des débris ont été dispersés sur certaines parties des Territoires du Nord-Ouest, de l'Alberta et de la Saskatchewan. Les problèmes rencontrés et les questions soulevées au cours des discussions menées en vue de parvenir à un règlement entre le Canada et l'Union des Républiques socialistes soviétiques ont permis de jeter les bases de ce qui deviendrait la structure de la plupart des Principes.

3. Les négociations et les discussions tenues au sujet des Principes entre 1982 et 1990 se sont progressivement axées sur la recherche d'un compromis concernant le principe 3, relatif à l'utilisation sûre des sources d'énergie nucléaire dans l'espace. Le Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique a finalement adopté les Principes par consensus le 26 juin 1992. Par la suite, le 14 décembre 1992, l'Assemblée générale a adopté, sans la mettre aux voix, la résolution [47/68](#), intitulée « Principes relatifs à l'utilisation de sources d'énergie nucléaires dans l'espace ».



4. Les Principes contiennent une clause de « révision » (principe 11), qui traduit la reconnaissance de la nécessité de s'adapter à l'évolution des moyens techniques. Lorsqu'il a été formulé initialement, le principe de révision ne devait s'appliquer qu'au principe 3, le plus directement lié à l'évolution des moyens et des connaissances techniques, mais sa portée a ensuite été étendue aux autres. En vue de parvenir à un consensus sur les Principes, les membres du Comité sont convenus de ramener de 10 ans à 2 ans seulement le délai prévu pour la soumission à révision des Principes. En dépit de cette clause, le Comité n'a pas pris la décision de soumettre les Principes à un examen ou à une révision depuis 1992.

5. En 2003, le Sous-Comité scientifique et technique du Comité a décidé d'élaborer un cadre international technique d'objectifs et de recommandations pour la sûreté des applications des sources d'énergie nucléaire dans l'espace. Cette initiative s'est conclue par l'adoption, en mai 2009, du Cadre de sûreté pour les applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace. Le Cadre de sûreté n'est pas une révision des Principes, qu'il ne supplée, n'altère ni n'interprète.

6. Contrairement aux Principes, le Cadre de sûreté a pour unique objet la sûreté des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace. Favorisée par une coopération efficace avec l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et par la participation active de tous les États membres du Comité et de l'AIEA qui disposaient d'une expérience de l'utilisation de sources d'énergie nucléaire dans l'espace extra-atmosphérique, ainsi que de tous les États membres et de toutes les organisations internationales intergouvernementales qui envisageaient ou lançaient des activités relatives aux applications des sources d'énergie nucléaire, l'élaboration du Cadre de sûreté a abouti à un document entièrement axé sur les règles générales à suivre en matière de sûreté des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace, plutôt que sur des solutions spécifiques liées à des moyens techniques en évolution.

Portée

7. Compte tenu de ce qui précède, le présent document contient une analyse de la manière dont les Principes contribuent à la sûreté des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace et, lorsque cela est pertinent, établit des comparaisons avec les dispositions du Cadre de sûreté.

8. Se limitant exclusivement aux contributions des Principes à la sûreté de ces applications, l'analyse n'aborde aucun des autres avantages qu'ils pourraient présenter.

Contributions à la sûreté lors de la conception et du développement des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace

9. Le sixième alinéa du préambule des Principes dispose que ceux-ci s'appliquent aux sources d'énergie nucléaire dans l'espace destinées à la production d'électricité à bord d'engins spatiaux à des fins autres que la propulsion, et ayant des caractéristiques comparables à celles des systèmes utilisés et des missions réalisées au moment de l'adoption des Principes. Ces derniers ne s'appliquent donc pas à la conception d'applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace exclusivement destinées à la propulsion ou dont les caractéristiques ne sont pas comparables à celles des systèmes utilisés et des missions réalisées en 1992 ; aussi peut-on considérer qu'ils ne contribuent pas à la sûreté des systèmes ou des missions qui possèdent ces caractéristiques. Le caractère subjectif du terme « comparables » est susceptible de prêter à confusion.

10. Le principe 1 des Principes traite indirectement de la sûreté des applications de sources d'énergie nucléaire en affirmant que « les activités entraînant l'utilisation de sources d'énergie nucléaires dans l'espace sont menées conformément au droit international », lequel repose notamment sur les conventions internationales élaborées sous l'égide de l'AIEA (par exemple, la Convention de Vienne relative à la responsabilité civile en matière de dommages nucléaires, la Convention sur la

notification rapide d'un accident nucléaire, la Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique, la Convention sur la protection physique des matières nucléaires et des installations nucléaires, la Convention sur la sûreté nucléaire, la Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs et la Convention sur la réparation complémentaire des dommages nucléaires). On peut donc considérer qu'à travers les dispositions des conventions internationales susmentionnées, le principe 1 prévoit indirectement des dispositions relatives à la sûreté applicables aux phases terrestres des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace que sont la conception et le développement. Le Cadre de sûreté prévoit lui aussi l'applicabilité de ces conventions internationales.

11. Le principe 2 des Principes a trait à l'utilisation de termes tels que « État de lancement », « prévisibles » et « défense en profondeur ». Ces termes doivent être considérés eu égard à l'évolution et aux progrès observés depuis 1992 sur le plan de la réflexion et des connaissances. Les expressions « prévisibles » et « toutes les éventualités » ne s'appliquent qu'aux événements ou aux circonstances dont la probabilité d'occurrence est crédible pour l'analyse de sûreté, et ne s'entendent pas dans l'absolu. Des systèmes de sûreté redondants ne sont pas nécessairement requis pour que chaque composant assure une « défense en profondeur », la « défense en profondeur » contre un défaut de fonctionnement exigeant toutefois que le matériel soit conçu et utilisé de manière à prévenir ou à atténuer les effets de ce défaut. À la différence du Cadre de sûreté, les Principes ne définissent pas l'expression « source d'énergie nucléaire dans l'espace ». Compte tenu des modifications et de l'évolution de l'usage des termes qui ont eu lieu depuis 1992 et qui transparaissent dans le Cadre de sûreté, on estime que le principe 2 des Principes ne contribue pas à la sûreté des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace lors de leur conception et de leur développement.

12. Le principe 3 des Principes énonce l'objectif de « réduire au minimum la quantité de matières radioactives » et précise que l'utilisation de sources d'énergie nucléaire dans l'espace doit être limitée aux missions spatiales qui ne peuvent raisonnablement être effectuées à l'aide de sources d'énergie non nucléaire. Un parallèle peut ici être établi avec l'exigence de justification devenue le principe fondamental des recommandations de la Commission internationale de protection radiologique. Ces visées sont exprimées de manière plus détaillée et dans des termes plus fermes dans le Cadre de sûreté que dans le paragraphe introductif du principe 3. Le principe se divise ensuite en trois sections techniques, qui portent respectivement sur les objectifs généraux en matière de radioprotection et de sûreté nucléaire, les réacteurs nucléaires et les générateurs radio-isotopiques.

13. À la première section du principe 3, on trouve une énumération de quatre objectifs généraux en matière de sûreté nucléaire : l'alinéa a) indique que les États doivent protéger les individus, les collectivités et la biosphère contre les dangers radiologiques, et énonce la nécessité générale de tenir compte des questions de sûreté dans la conception et l'utilisation des sources d'énergie nucléaire dans l'espace ; les alinéas b) et c) définissent les seuils de sûreté acceptables pour cette utilisation ; et l'alinéa d) a trait à la conception et à la fiabilité des systèmes qui doivent assurer la sûreté des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace. Ces quatre objectifs concernent directement les phases de conception et de développement desdites applications. Les objectifs généraux en matière de radioprotection et de sûreté nucléaire ayant considérablement évolué depuis 1992, les formulations et les limites numériques figurant dans le principe 3 sont devenues obsolètes, ce dont tient compte le texte des Principes, qui dispose ce qui suit : « Les modifications qui seront apportées dans l'avenir aux directives mentionnées dans le présent paragraphe seront appliquées dès que possible ». Se référer à ces dispositions et prescriptions dépassées au lieu de suivre l'approche moderne adoptée dans le Cadre de sûreté risquerait de compromettre la sûreté lors de la conception et du développement des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace.

14. Les dispositions du principe 3 visent à protéger les individus, les collectivités et la biosphère ainsi qu'à éviter toute contamination notable de l'espace. Le Cadre de sûreté, dont la portée se limite à la protection des populations et de l'environnement dans la biosphère terrestre, exclut expressément de son champ d'application tant la protection de l'environnement d'autres corps célestes que celle des spationautes dans les conditions bien particulières que l'on trouve dans l'espace et au-delà de la biosphère terrestre, au motif qu'il n'existe pas suffisamment de données scientifiques pour prévoir des mesures de protection qui reposeraient sur de bonnes bases techniques. On peut donc estimer que la portée plus large des Principes contribue à la sûreté des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace, s'agissant de la sûreté des humains qui se trouvent au-delà de la biosphère terrestre et du risque de contamination radioactive de l'espace.

15. La section 2 du principe 3, relative aux réacteurs nucléaires, contient des dispositions visant spécifiquement la phase de conception des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace qui utilisent ce type de réacteurs. Ces dispositions imposent notamment de n'utiliser comme combustible que l'uranium 235 fortement enrichi et prévoient diverses obligations relatives au choix des orbites. Elles ne correspondent plus à l'état actuel de la technique. Au cours des 20 dernières années, le secteur de la technologie nucléaire terrestre a cessé d'utiliser l'uranium 235 fortement enrichi comme combustible dans les applications nucléaires civiles, et la gamme des produits reconnus comme combustibles de substitution potentiels s'est élargie depuis 1992. En outre, il est peu probable que le Sous-Comité scientifique et technique souscrirait encore à la disposition selon laquelle les réacteurs nucléaires peuvent être utilisés sur des orbites terrestres basses à condition qu'ils soient garés sur une orbite suffisamment haute après la partie opérationnelle de leur mission. Se référer à ces dispositions dépassées risquerait de favoriser, dans la conception et le développement des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace, un niveau de sûreté qui ne serait pas optimal.

16. La section 3 du principe 3, qui porte sur les générateurs radio-isotopiques, contient elle aussi des dispositions applicables aux phases de conception et de développement des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace. Elle dispose que ces générateurs doivent être équipés d'un système de confinement conçu et construit de manière à résister à la chaleur et aux forces aérodynamiques au cours de la rentrée atmosphérique et que, lors de l'impact, ce système de confinement et la forme physique des radio-isotopes doivent empêcher que des matières radioactives ne soient dispersées dans l'environnement. En mettant l'accent sur la rentrée atmosphérique, ce principe reflète l'état des connaissances disponibles en 1992, mais les découvertes scientifiques et techniques réalisées depuis ont montré que cet aspect n'est pas nécessairement celui qui impose les conditions les plus strictes dans la conception des systèmes de confinement. Par conséquent, cette section contribue à la sûreté, même si l'importance qu'elle accorde à la rentrée atmosphérique risque d'induire en erreur les ingénieurs qui conçoivent des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace.

17. Le principe 4 des Principes intéresse la sûreté lors de la conception et du développement des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace, l'évaluation de sûreté requise devant être effectuée au cours de ces phases, avant le lancement. En précisant qu'il incombe à l'État qui exerce juridiction et contrôle sur l'objet spatial de procéder à cette évaluation, il apporte des éclaircissements aux concepteurs de missions et contribue ainsi à la sûreté des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace. Le Cadre de sûreté prévoit également, de manière plus détaillée et plus exhaustive, qu'une évaluation de sûreté doit être menée avant le lancement de ces applications. Toutefois, contrairement aux Principes, il n'exige pas que les résultats de l'évaluation soient rendus publics avant le lancement. Cette disposition des Principes et la vigilance accrue qu'elle favorise peuvent être considérées comme contribuant à la sûreté lors de la conception et du développement des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace.

18. Les dispositions des principes 8 et 9, qui établissent la responsabilité internationale des États à l'égard des activités qui entraînent l'utilisation de sources d'énergie nucléaire dans l'espace, y compris celles entreprises par des entités non gouvernementales, et l'obligation de réparation des dommages liés à des accidents, ne contribuent à la sûreté des missions qui font appel à des sources d'énergie nucléaire dans l'espace lors de leurs phases de conception et de développement que dans la mesure où elles reprennent les dispositions du Traité sur les principes régissant les activités des États en matière d'exploration et d'utilisation de l'espace extra-atmosphérique, y compris la Lune et les autres corps célestes et de la Convention sur la responsabilité internationale pour les dommages causés par des objets spatiaux, et, partant, incitent l'ensemble des États et des organisations intergouvernementales concernés à veiller au respect desdits principes.

19. Pour résumer, les Principes contribuent à la sûreté lors de la conception et du développement des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace. Leur principale contribution, qui va plus loin que les orientations contenues dans le Cadre de sûreté, a trait à la vigilance accrue que suppose l'obligation de rendre publics les résultats d'une évaluation de sûreté effectuée avant le lancement, ainsi qu'à la portée plus large des Principes en ce qui concerne la sûreté des humains se trouvant au-delà de la biosphère terrestre et le risque de contamination radioactive de l'espace. Cependant, les dispositions et prescriptions dépassées qui figurent dans les Principes pourraient compromettre la sûreté lors de la conception et du développement des applications de sources d'énergie nucléaire.

Contributions à la sûreté lors de la mise en œuvre et de l'exploitation des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace

20. Par analogie avec l'analyse faite dans la section ci-dessus, on peut considérer que le principe 1 des Principes prévoit indirectement des dispositions relatives à la sûreté applicables aux phases de mise en œuvre et d'exploitation des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace. Le Cadre de sûreté prévoit lui aussi que les dispositions des conventions internationales pertinentes doivent être appliquées.

21. Le principe 2 des Principes ne contribue pas à la sûreté des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace lors de leur mise en œuvre et de leur exploitation.

22. Le principe 3 des Principes contient des dispositions qui intéressent directement la sûreté lors de la mise en œuvre et de l'exploitation des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace. En particulier, il dispose qu'un réacteur nucléaire ne peut passer à l'état critique qu'après avoir atteint son orbite opérationnelle et que dans le cas d'un engin spatial qui n'est pas placé sur une orbite suffisamment haute, il y a lieu de prévoir un système opérationnel hautement fiable qui assure le retrait effectif et contrôlé du réacteur.

23. Le principe 4 des Principes exige qu'une évaluation de sûreté approfondie et détaillée soit effectuée avant le lancement. Cette évaluation doit porter sur toutes les phases pertinentes de la mission et viser tous les systèmes en jeu, y compris les moyens de lancement, la plateforme spatiale, la source d'énergie nucléaire et ses équipements et les moyens de contrôle et de communication entre le sol et l'espace. Les prescriptions et les règles d'exploitation de l'application de sources d'énergie nucléaire dans l'espace devraient tenir pleinement compte de l'évaluation de sûreté. Le principe 4 contribue donc à la sûreté de ces applications lors de leur mise en œuvre et de leur exploitation. Le Cadre de sûreté prévoit également, de manière plus détaillée et plus exhaustive, qu'une évaluation de sûreté doit être menée avant le lancement des applications de sources d'énergie nucléaire.

24. Le principe 5 (Notification de retour) des Principes concerne la sûreté lors de la mise en œuvre et de l'exploitation des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace. L'obligation d'informer en temps utile les États concernés au cas où un objet spatial aurait une avarie risquant d'entraîner le retour dans l'atmosphère terrestre de matériaux radioactifs, et de mettre à jour aussi fréquemment que possible

les informations relatives à ce risque afin de donner à la communauté internationale le temps de planifier, à l'échelon national, les mesures d'intervention jugées nécessaires, peut être considérée comme contribuant à la sûreté des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace en ce qu'elle appuie les actions destinées à atténuer les conséquences d'éventuels accidents. La disposition correspondante du Cadre de sûreté figure à l'alinéa f) de la section 5.4 (Atténuation des conséquences des accidents), qui prévoit, en appui des activités visant à limiter ces conséquences, l'établissement d'informations pertinentes concernant l'accident aux fins de leur communication aux gouvernements, aux organisations internationales, aux entités non gouvernementales et au public.

25. Étroitement liés au principe 5, les principes 6 et 7 des Principes portent sur l'échange d'informations et l'assistance en cas d'accident survenu lors de la rentrée dans l'atmosphère d'un engin spatial ayant à bord une source d'énergie nucléaire. Ces deux principes contribuent donc à la sûreté des applications de source d'énergie nucléaire dans l'espace, et les aspects de leurs dispositions relatifs à la sûreté sont également inclus dans le Cadre de sûreté.

26. Pour résumer, les Principes contribuent à la sûreté lors de la mise en œuvre et de l'exploitation des applications de sources d'énergie nucléaire. Leur principale contribution découle des dispositions qui imposent spécifiquement, pour l'exploitation de ces applications, la conduite préalable d'une évaluation de sûreté complète. Cet aspect est envisagé de manière plus large et selon une approche plus générique dans le Cadre de sûreté.

Contributions à la sûreté après la fin de service opérationnel des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace

27. La sûreté après la fin de service opérationnel des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace n'est visée que par les dispositions du principe 3 des Principes, qui établissent un lien quantitatif entre la période radioactive des radio-isotopes se trouvant à bord d'engins spatiaux et la durée de vie en orbite des applications de sources d'énergie nucléaire après la fin de leur service opérationnel, sans aborder la question des débris spatiaux et de leur distribution de densité en orbite. Le principe 3 emploie à plusieurs reprises les termes « orbite suffisamment haute » et « orbite élevée » sans indiquer clairement comment ils devraient être interprétés. La définition de l'« orbite suffisamment haute » se rattache à la décroissance radioactive en posant comme critère que la durée de vie en orbite doit être suffisamment longue pour permettre aux produits de fission de décroître suffisamment jusqu'à un niveau de radioactivité s'approchant de celui des actinides. S'agissant spécifiquement des sources d'énergie radio-isotopiques, le principe 3 dispose qu'« [e]n tout état de cause, leur élimination est nécessaire », sans toutefois préciser ce qu'il faut entendre par là.

28. Pour résumer, les Principes contribuent à la sûreté après la fin de service opérationnel des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace. Cependant, les dispositions applicables manquent de cohérence, et l'approche plus générique qu'adopte le Cadre de sûreté à ce sujet est plus actuelle et plus utile aux praticiens qui exercent dans le domaine des sources d'énergie nucléaire dans l'espace.