



Assemblée générale

Distr. limitée
13 janvier 2009
Français
Original: anglais

Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique

Sous-Comité scientifique et technique

Quarante-sixième session

Vienne, 9-20 février 2009

Point 10 de l'ordre du jour provisoire*

Utilisation des sources d'énergie nucléaire dans l'espace

Projet de cadre de sûreté pour les applications des sources d'énergie nucléaire dans l'espace

Note du Secrétariat

1. Le Groupe d'experts commun du Sous-Comité scientifique et technique et de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) créé à la quarante-quatrième session du Sous-Comité pour élaborer un cadre international technique d'objectifs et de recommandations pour la sûreté des applications prévues et actuellement prévisibles des sources d'énergie nucléaire dans l'espace s'est réuni trois fois pendant l'année 2008, en février, en juin et en octobre. À ces réunions, le Groupe d'experts commun a examiné les commentaires sur le texte du projet de cadre de sûreté pour les applications des sources d'énergie nucléaire dans l'espace qui avaient été reçus des États Membres du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique, de la Commission de l'AIEA sur les normes de sûreté et du Comité de l'AIEA sur les normes de sûreté. Le projet de cadre de sûreté a été révisé et mis à jour pour refléter ce travail.

2. Le présent document contient le texte révisé du projet de cadre de sûreté pour les applications des sources d'énergie nucléaire dans l'espace.

* A/AC.105/C.1/L.297.



Projet de cadre de sûreté pour les applications des sources d'énergie nucléaire dans l'espace*

Avant-propos

Des sources d'énergie nucléaire destinées à être utilisées dans l'espace ont été développées et utilisées pour des applications à bord d'engins spatiaux lorsque les exigences et les contraintes spécifiques de la mission, en ce qui concerne l'alimentation électrique et la gestion thermique, excluaient l'utilisation de sources d'énergie non nucléaire. On peut à cet égard citer les missions interplanétaires vers les limites extérieures du système solaire, pour lesquelles les panneaux solaires n'étaient pas une source appropriée d'alimentation électrique en raison de la longue durée des missions et de leur éloignement du Soleil.

En l'état actuel des connaissances et des possibilités, les sources d'énergie nucléaire sont le seul moyen viable d'alimenter en énergie certaines missions spatiales et d'en renforcer considérablement d'autres. Plusieurs missions en cours ou prévisibles ne seraient pas possibles sans l'utilisation de sources d'énergie nucléaire. En termes de conception, les sources d'énergie nucléaire utilisées dans l'espace comprennent les générateurs radio-isotopiques (par exemple, les générateurs thermoélectriques radio-isotopiques et les réchauffeurs radio-isotopiques) ainsi que les réacteurs nucléaires. Des réacteurs destinés à l'alimentation électrique ou à la propulsion sont envisagés pour des missions scientifiques et exploratoires, en particulier vers la Lune, Mars et ailleurs dans le système solaire, ainsi que pour des missions nécessitant une forte puissance (par exemple, communications, remorqueurs interorbitaux). En raison de la présence de matériaux radioactifs ou de combustibles nucléaires dans les sources d'énergie nucléaire utilisées dans l'espace et des risques que cela présente pour les populations et l'environnement de la biosphère terrestre, la sûreté devrait toujours être prise en compte dans leur conception et leurs applications.

En termes de sûreté, les sources d'énergie nucléaire destinées à être utilisées dans l'espace ont des spécificités que n'ont pas les applications terrestres. Contrairement à beaucoup de ces dernières, les applications spatiales sont peu fréquentes et les spécifications à respecter peuvent varier considérablement d'une mission à l'autre. En outre, le lancement et les spécifications opérationnelles dans l'environnement spatial imposent des limites de taille et de masse, notamment, qui n'existent pas pour de nombreuses installations nucléaires terrestres. Pour certaines applications spatiales, les sources d'énergie nucléaire doivent fonctionner en toute autonomie à de très grandes distances de la Terre, dans des environnements difficiles. Des accidents en cas d'échec du lancement ou de rentrée atmosphérique inopinée pourraient soumettre la source d'énergie nucléaire à des conditions extrêmes. Parce qu'elles sont très différentes de celles des systèmes nucléaires terrestres, ces considérations de sûreté spécifiques, et d'autres, ne sont pas prises en compte dans les règles de sûreté visant les applications nucléaires terrestres.

* Le présent texte a été établi à partir de la version non éditée contenue dans le document A/AC/105/C.1/L.292/Rev.1. Il reflète les commentaires reçus des États membres du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique, des États membres de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), de la Commission des normes de sûreté de l'AIEA ainsi que du Comité des normes de sûreté de l'AIEA.

Au terme d'une période de débats et de gestation, le Sous-Comité scientifique et technique du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique et l'AIEA sont convenus en 2007 d'élaborer conjointement un cadre de sûreté pour les applications des sources d'énergie nucléaire dans l'espace. Ce partenariat conjugait le savoir-faire du Sous-Comité dans le domaine de l'utilisation de sources d'énergie nucléaire dans l'espace aux procédures bien établies de l'AIEA en matière d'élaboration de normes relatives à la sûreté nucléaire et à la radioprotection des installations terrestres. Le Cadre de sûreté pour les applications des sources d'énergie nucléaire dans l'espace est le fruit d'un consensus technique entre les deux organismes.

Le Cadre de sûreté est destiné à être utilisé comme guide au niveau national. Il reste facultatif et n'est pas juridiquement contraignant en droit international.

Le Cadre de sûreté ne sera pas publié dans la série "Normes de sûreté" de l'AIEA, mais il vient la compléter comme guide de haut niveau pour la sûreté et la radioprotection spécifiques aux diverses phases de lancement, d'exploitation et de fin de service opérationnel des sources d'énergie nucléaire dans l'espace. Il complète les consignes et normes de sûreté nationales et internationales relatives aux activités terrestres qui interviennent dans la conception, la fabrication, les essais et le transport de sources d'énergie nucléaire dans l'espace. L'élaboration du présent cadre a pris en considération les conventions, les principes et le droit international applicables.

Le cadre a pour objectif essentiel la protection des populations et de l'environnement dans la biosphère terrestre vis-à-vis des dangers associés aux diverses phases de lancement, d'exploitation et de mise à l'arrêt des applications des sources d'énergie nucléaire dans l'espace. Les recherches menées actuellement dans le domaine de la protection des spationautes dépassent sa portée. De même la protection des environnements d'autres corps célestes n'est pas visée ici.

En résumé, le cadre a pour but de promouvoir la sûreté des applications des sources d'énergie nucléaire dans l'espace; il vise donc toutes les applications des sources d'énergie nucléaire, sans exclusive.

Le Sous-Comité scientifique et technique et l'AIEA remercient toutes celles et tous ceux qui ont concouru à l'élaboration et à la révision du présent texte et qui ont permis de dégager un consensus.

Table des matières

	<i>Page</i>
1. Introduction	4
1.1 Généralités	4
1.2 But	5
1.3 Portée	5
2. Objectif de sûreté	6
3. Recommandations à l'intention des gouvernements	7

3.1	Politiques, prescriptions et procédures en matière de sûreté	7
3.2	Justification des applications des sources d'énergie nucléaire dans l'espace	7
3.3	Autorisation de lancement de la mission	7
3.4	Préparation et conduite des interventions d'urgence	8
4.	Recommandations à l'intention de la direction	8
4.1	Responsabilité de la sûreté	9
4.2	Encadrement et gestion de la sûreté	9
5.	Recommandations techniques	10
5.1	Compétence technique en matière de sûreté nucléaire	10
5.2	Sûreté au niveau de la conception et du développement	11
5.3	Évaluation des risques	11
5.4	Atténuation des conséquences des accidents	12
6.	Glossaire	12

1. Introduction

1.1. Généralités

Les sources d'énergie nucléaire destinées à être utilisées dans l'espace extra-atmosphérique¹ ont été développées et utilisées pour des applications à bord d'engins spatiaux lorsque les conditions et les contraintes spécifiques de la mission, en ce qui concerne l'alimentation électrique et la gestion thermique, excluaient l'utilisation de sources d'énergie non nucléaires. On peut à cet égard citer les missions interplanétaires vers les limites extérieures du système solaire, pour lesquelles les panneaux solaires n'étaient pas une source appropriée d'alimentation électrique en raison de la longue durée des missions et de leur éloignement du Soleil.

Les sources d'énergie nucléaire utilisées dans l'espace comprennent les générateurs de puissance radio-isotopiques (par exemple, les générateurs thermoélectriques radio-isotopiques et les réchauffeurs radio-isotopiques) et les réacteurs nucléaires. On utilise actuellement et on prévoit de continuer à utiliser les générateurs radio-isotopiques. Les agences spatiales prévoient des missions vers Mars qui pourraient utiliser des générateurs radio-isotopiques. Des réacteurs destinés à la production d'énergie ou à la propulsion sont envisagés pour des missions scientifiques et d'exploration, en particulier vers la Lune, Mars et d'autres destinations dans le système solaire nécessitant une forte puissance (par exemple, communications, remorqueurs interorbitaux). Les sources d'énergie nucléaire ont permis plusieurs missions spatiales en cours. En l'état actuel des connaissances et des possibilités techniques, les sources d'énergie nucléaire sont le seul moyen viable d'alimenter en énergie certaines missions spatiales et de renforcer considérablement les performances d'autres missions.

¹ Dans le présent document, le terme "espace extra-atmosphérique" est synonyme de "espace".

Les conditions d'exploitation normales tout comme les conditions accidentelles potentielles des applications des sources d'énergie nucléaire dans l'espace, depuis le lancement jusqu'à la fin de service opérationnel, sont radicalement différentes de celles des systèmes nucléaires terrestres. Les environnements propres au lancement et à l'espace donnent lieu à des critères de sûreté très différents pour la conception et l'exploitation des sources d'énergie nucléaire. En outre, la spécificité des missions spatiales impose de concevoir sur mesure les sources d'énergie nucléaire, les véhicules spatiaux, les systèmes de lancement et les conditions d'exploitation.

En raison de la présence de matériaux radioactifs ou de combustibles nucléaires dans les sources d'énergie nucléaire utilisées dans l'espace et des risques que cela présente pour les populations et l'environnement² dans la biosphère terrestre, la sûreté doit toujours être intégrée à la conception et aux applications des sources d'énergie nucléaire dans l'espace. Il importe de reconnaître que la sûreté (c'est-à-dire la protection des populations et de l'environnement) doit concerner l'application dans sa totalité et pas seulement la source d'énergie nucléaire. Tous les éléments de l'application pourraient avoir une incidence sur les aspects nucléaires de la sûreté. Il faut donc répondre aux besoins de sûreté dans le contexte de l'ensemble de l'application d'une source d'énergie nucléaire dans l'espace, qui englobe la source d'énergie nucléaire proprement dite, l'engin spatial, le système de lancement, la conception de la mission et les règles de vol.

1.2. But

La présente publication vise à constituer un guide de haut niveau sous la forme d'un cadre de sûreté type. Ce texte fournit une base pour l'élaboration de cadres nationaux et internationaux intergouvernementaux et il est suffisamment souple pour que ces cadres puissent être adaptés à telle ou telle application des sources d'énergie nucléaire dans l'espace et à telle ou telle structure organisationnelle. Ces cadres nationaux et internationaux intergouvernementaux devraient comprendre des éléments techniques et programmatiques pour réduire les risques liés à l'utilisation des sources d'énergie nucléaire dans l'espace. L'application de ces textes donnerait l'assurance au grand public que les sources d'énergie nucléaire seraient lancées dans l'espace et y seraient exploitées de façon sûre et elle pourrait faciliter la coopération bilatérale et multilatérale dans le cadre de missions spatiales utilisant ces sources. Les recommandations fournies sont le reflet d'un consensus international sur les mesures nécessaires pour assurer la sûreté et elles concernent les générateurs radio-isotopiques et les réacteurs nucléaires.

1.3. Portée

Le cadre de sûreté est centré sur les phases successives de lancement, d'exploitation et de fin de service opérationnel des applications des sources d'énergie nucléaire dans l'espace. Il fournit des recommandations de haut niveau concernant les aspects tant programmatiques que techniques de la sûreté, y compris la conception et l'utilisation des sources d'énergie nucléaire dans l'espace. Cependant, l'usage précis qui sera fait de ces recommandations dépendra de la conception et de l'application de la source. Les recommandations fournies dans le cadre de sûreté complètent les

² L'expression "les populations et l'environnement" qui est utilisée tout au long de ce document est synonyme de la locution "les populations et l'environnement dans la biosphère terrestre".

normes existantes concernant d'autres aspects des applications des sources d'énergie nucléaire dans l'espace. Ainsi, les activités qui sont menées pendant la phase terrestre des applications des sources d'énergie nucléaire dans l'espace, telles que le développement, les essais, la fabrication, la manutention et le transport, font l'objet de normes nationales et internationales concernant les installations et activités nucléaires terrestres. De même, les aspects non nucléaires de la sûreté des applications des sources d'énergie nucléaire dans l'espace font l'objet de normes élaborées par des organisations nationales et internationales (gouvernementales et intergouvernementales), telles que les agences spatiales régionales.

Il existe un ensemble de connaissances substantiel qui permet de mettre en place un cadre de sûreté concernant les applications des sources d'énergie nucléaire dans l'espace et visant à protéger les populations et l'environnement de la biosphère terrestre. Toutefois, il n'existe pas encore de données scientifiques comparables qui permettraient, en se fondant sur de bonnes bases techniques, de créer un cadre similaire mais visant à protéger les spationautes dans les conditions bien particulières que l'on trouve dans l'espace et au-delà de la biosphère terrestre. C'est pourquoi le présent cadre n'aborde pas la protection des spationautes dans le cas de missions habitées ayant recours aux applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace. De même, la protection des environnements d'autres corps célestes n'est pas visée par le Cadre de sûreté.

2. Objectif de sûreté

L'objectif fondamental de sûreté consiste à protéger les populations et l'environnement de la biosphère terrestre des dangers que peuvent présenter les phases de lancement, d'exploitation et de fin de service opérationnel des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace.

Les gouvernements et les organisations internationales chargés d'autoriser, d'approuver ou de conduire les applications des sources d'énergie nucléaire dans l'espace doivent prendre les mesures voulues pour assurer la protection des populations (les individus et la collectivité) et de l'environnement dans la biosphère de la Terre sans limiter indûment les utilisations bénéfiques des applications des sources d'énergie nucléaire dans l'espace.

Les recommandations pour atteindre l'objectif fondamental de sûreté sont regroupées en trois catégories: les recommandations à l'intention des gouvernements (section 3) s'adressent aux gouvernements et aux organisations intergouvernementales internationales qui sont chargés d'autoriser, d'approuver ou de conduire des missions faisant intervenir des sources d'énergie nucléaire dans l'espace; les recommandations à l'intention des opérateurs (section 4) concernent la direction de l'organisation qui conduit les missions ayant recours à des sources d'énergie nucléaire dans l'espace; et les recommandations techniques (section 5) contiennent des orientations techniques qui concernent les phases de conception, de développement et de mission des applications des sources d'énergie nucléaire dans l'espace.

3. Recommandations à l'intention des gouvernements

La présente section contient des recommandations à l'intention des gouvernements et des organisations intergouvernementales internationales (par exemple, les agences spatiales régionales), qui sont chargés d'autoriser, d'approuver ou de conduire des missions faisant intervenir des sources d'énergie nucléaire dans l'espace. Ces responsabilités gouvernementales consistent notamment à définir des politiques, des prescriptions et procédures en matière de sûreté, à les faire respecter, à veiller à ce que le recours à une source d'énergie nucléaire dans l'espace se justifie de façon acceptable au regard des autres solutions en présence, à établir une procédure d'autorisation formelle relative au lancement de la mission ainsi qu'à préparer des interventions en cas de situations d'urgence et à répondre à de telles situations le cas échéant. Pour les missions multinationales ou faisant intervenir plusieurs organisations, l'attribution de ces responsabilités doit être définie avec précision.

3.1. Politiques, prescriptions et procédures en matière de sûreté

Les gouvernements qui sont chargés d'autoriser ou d'approuver des missions ayant recours à des sources d'énergie nucléaire dans l'espace doivent établir des politiques, prescriptions et procédures en matière de sûreté.

Les gouvernements et les organisations intergouvernementales internationales qui sont chargés d'autoriser, d'approuver ou de conduire des missions ayant recours à des sources d'énergie nucléaire dans l'espace, que ces activités soient menées par des organismes publics ou non publics, doivent définir des politiques, prescriptions et procédures en matière de sûreté et les faire respecter afin d'atteindre l'objectif fondamental de sûreté.

3.2. Justification des applications des sources d'énergie nucléaire dans l'espace

La procédure gouvernementale d'approbation des missions devrait vérifier que la logique du recours à des sources d'énergie nucléaire dans l'espace est suffisamment justifiée.

Les applications des sources d'énergie nucléaire dans l'espace peuvent présenter des risques pour les populations et l'environnement. Les gouvernements et les organisations intergouvernementales internationales compétentes chargés d'autoriser, d'approuver ou de conduire des missions ayant recours à de telles applications devraient donc s'assurer que la logique du recours à chacune de ces applications se justifie suffisamment au regard des autres solutions en présence, après examen de celles-ci. Cette procédure devrait prendre en compte les bénéfices et les risques pour les populations et l'environnement pendant les différentes phases de lancement, d'exploitation et de fin de service opérationnel de l'application d'une source d'énergie nucléaire dans l'espace.

3.3. Autorisation de lancement de la mission

Une procédure d'autorisation de lancement de la mission pour les applications des sources d'énergie nucléaires dans l'espace doit être établie et mise en œuvre.

Le gouvernement qui supervise et autorise les opérations de lancement pour les missions ayant recours à des sources d'énergie nucléaire dans l'espace devrait mettre en place une procédure d'autorisation de lancement de la mission axée sur divers aspects de la sûreté nucléaire³. La procédure devrait comporter une évaluation de toutes les informations et considérations pertinentes émanant des organisations participant à la mission. Elle devrait s'ajouter aux procédures d'autorisation relatives aux aspects non nucléaires et terrestres de la sûreté du lancement. Une évaluation indépendante de la sûreté (c'est-à-dire un examen de l'adéquation et de la validité du dossier de sûreté, réalisé en toute autonomie par rapport à l'organisation qui assure la conduite de la mission) devrait faire partie intégrante de la procédure d'autorisation. L'évaluation indépendante de la sûreté devrait prendre en compte l'intégralité de l'application d'une source d'énergie nucléaire dans l'espace – y compris la source d'énergie nucléaire, l'engin spatial, le système de lancement, la conception de la mission et les règles de vol – pour apprécier les risques que présente l'application pour les populations et l'environnement pendant les différentes phases de lancement, d'exploitation et de fin de service opérationnel.

3.4. Préparation et conduite des interventions d'urgence

Il faut se préparer à intervenir en cas de situation d'urgence impliquant une source d'énergie nucléaire dans l'espace.

Les gouvernements et les organisations internationales intergouvernementales chargés d'autoriser, d'approuver ou de conduire des missions ayant recours à des applications des sources d'énergie nucléaire dans l'espace doivent se préparer à intervenir rapidement, pendant le lancement et la mission, en cas d'urgences susceptibles d'exposer les populations à des rayonnements et de causer la contamination radioactive de l'environnement terrestre. Ces activités de préparation à des interventions d'urgence comprennent l'élaboration de plans d'urgence, la formation, les répétitions générales et l'élaboration de procédures et de protocoles de communication, y compris la rédaction de notifications d'accident potentiel. Les plans d'intervention en cas d'urgence doivent viser à limiter les contaminations radioactives et l'exposition aux rayonnements.

4. Recommandations à l'intention de la direction

La présente section fixe des recommandations à l'intention de la direction des organisations concernées par des missions utilisant des sources d'énergie nucléaire dans l'espace. Dans le contexte du cadre de sûreté, ces organisations doivent respecter les politiques, prescriptions et procédures de sûreté gouvernementales et intergouvernementales pertinentes afin que l'objectif fondamental de sûreté soit atteint. Elles doivent notamment assumer la responsabilité première de la sûreté,

³ Dans le présent document, le terme "sûreté nucléaire" recouvre la sûreté de toutes les applications des sources d'énergie nucléaire dans l'espace.

s'assurer que les ressources nécessaires à cette fin sont disponibles et bien faire entrer dans les mentalités, en leur sein, une solide culture de sûreté.

4.1. Responsabilité de la sûreté

La responsabilité première de la sûreté incombe à l'organisation qui conduit la mission ayant recours à une source d'énergie nucléaire dans l'espace.

L'organisation qui conduit la mission ayant recours à une source d'énergie nucléaire dans l'espace a la responsabilité première de la sûreté. Elle devrait intégrer tous ceux qui participent à la mission (fournisseurs de l'engin spatial, du lanceur et de la source d'énergie nucléaire, site de lancement, etc.) ou avoir des arrangements en bonne et due forme avec eux, afin que les prescriptions de sûreté prévues pour l'application de la source d'énergie nucléaire dans l'espace soient respectées.

La direction de l'organisation qui conduit la mission a les responsabilités spécifiques suivantes en matière de sûreté:

- a) Mettre en place et maintenir les compétences techniques nécessaires;
- b) Bien former et informer toutes les personnes concernées;
- c) Mettre en place des procédures qui favorisent la sûreté dans toutes les conditions raisonnablement prévisibles;
- d) Élaborer des prescriptions de sûreté spécifiques, en tant que de besoin, pour les missions ayant recours à des sources d'énergie nucléaire dans l'espace;
- e) Faire des essais de sûreté, les consigner et les analyser en vue de les prendre en compte dans la procédure gouvernementale d'autorisation de la mission;
- f) Examiner les avis discordants en matière de sûreté auxquels on peut prêter foi;
- g) Donner rapidement au public des informations exactes.

4.2. Encadrement et gestion de la sûreté

L'organisation qui conduit la mission ayant recours à une source d'énergie nucléaire dans l'espace doit mettre en place et maintenir en son sein un encadrement et une gestion de la sûreté.

Les impulsions en matière de sûreté devraient venir de la haute hiérarchie de l'organisation qui conduit la mission. La gestion de la sûreté devrait être intégrée dans la gestion générale de la mission. Les dirigeants devraient développer une culture de sûreté, la mettre en œuvre et la maintenir afin d'assurer la sûreté et de satisfaire aux prescriptions de la procédure gouvernementale d'autorisation de lancement de la mission.

Cette culture de sûreté doit reposer sur les éléments suivants:

- a) Clarté des rapports hiérarchiques, des responsabilités à assumer et des voies de communication;
- b) Suivi actif et continuité des améliorations;
- c) Attachement individuel et collectif à la sûreté à tous les échelons de l'organisation;

- d) Obligation pour l'organisation et les individus à tous les échelons de rendre des comptes en matière de sûreté;
- e) Attitude faite de remises en question et de volonté d'apprentissage pour décourager l'excès de confiance en matière de sûreté.

5. Recommandations techniques

La présente section fournit des recommandations techniques à l'intention des organisations qui participent à la conduite de missions utilisant des sources d'énergie nucléaire dans l'espace. Ces recommandations concernent les phases de conception, de développement et de mission des applications des sources d'énergie nucléaires dans l'espace. Elles portent sur les quatre grands domaines clefs pour fournir une base technique satisfaisante pour les procédures gouvernementales d'autorisation et d'approbation ainsi que pour la préparation aux situations d'urgence et les interventions:

- a) Mettre en place et maintenir des capacités de conception, d'essai et d'analyse de la sûreté nucléaire;
- b) Utiliser ces capacités dans les diverses phases de conception et de qualification et ainsi que dans les procédures d'autorisation du lancement de la mission (concernant la source d'énergie nucléaire dans l'espace, l'engin spatial, le système de lancement, la conception de la mission et les règles de vol);
- c) Évaluer les risques d'irradiation pour les populations et l'environnement en cas d'accident potentiel et limiter ces risques à un niveau acceptable et aussi bas que raisonnablement possible;
- d) Prendre des mesures visant à gérer les conséquences d'éventuels accidents.

5.1. Compétence technique en matière de sûreté nucléaire

Il faut mettre en place et maintenir une compétence technique en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection pour les applications des sources d'énergie nucléaire dans l'espace.

Il est crucial de disposer de la compétence technique voulue en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection pour atteindre l'objectif de sûreté fixé. En amont même du développement des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace, les organisations qui conduisent ces applications doivent mettre en place, chacune selon ses responsabilités, des capacités en matière de conception, d'essais et d'analyse de la sûreté nucléaire, en mobilisant les individus qualifiés et les installations réunissant les qualifications nécessaires, en tant que de besoin. Il faudrait maintenir ces capacités tout au long des diverses phases des missions ayant recours à une source d'énergie nucléaire dans l'espace.

La compétence en matière de sûreté nucléaire devrait comprendre la capacité de:

- a) Prévoir des scénarios d'accident impliquant des sources d'énergie nucléaire dans l'espace et en calculer les probabilités, de manière rigoureuse;

- b) Déterminer les conditions physiques auxquelles les sources d'énergie nucléaires dans l'espace et leurs composants pourraient être exposés en temps normal, ainsi qu'en cas d'accident;
- c) Évaluer les répercussions d'éventuels accidents sur les populations et l'environnement;
- d) Identifier et évaluer les caractéristiques inhérentes de sûreté et les dispositifs de sûreté intrinsèques ou incorporés qui réduisent les risques provenant d'accidents potentiels pour les populations et l'environnement.

5.2. Sûreté au niveau de la conception et du développement

Les processus de conception et de développement devraient présenter le niveau de sûreté le plus élevé que l'on puisse raisonnablement atteindre.

La logique qui sous-tend la réalisation de l'objectif de sûreté visé devrait consister à réduire aussi bas que raisonnablement possible les risques liés aux opérations normales et à d'éventuels accidents en incorporant dans les processus de conception et de développement des considérations de sûreté portant sur l'intégralité de l'application d'une source d'énergie nucléaire dans l'espace (c'est-à-dire la source d'énergie nucléaire dans l'espace, l'engin spatial, le système de lancement, la conception de la mission et les règles de vol). La sûreté nucléaire devrait intervenir dès le stade de la conception et du développement, et tout au long des phases de la mission. Dans le cadre de la conception et du développement, il faudrait:

- a) Identifier, évaluer et mettre en œuvre des dispositifs, des contrôles et des mesures préventives qui:
 - i) Réduisent la probabilité d'un accident entraînant un rejet de matière radioactive;
 - ii) Réduisent l'ampleur des éventuels rejets et de leurs conséquences potentielles;
- b) Prendre en compte les leçons tirées de l'expérience;
- c) Vérifier et valider les dispositions de conception et contrôles de sûreté au moyen de tests et d'analyses, en tant que de besoin;
- d) Se servir de l'analyse des risques pour mesurer l'efficacité des dispositions de conception et des contrôles de sûreté et faire remonter ces informations à l'étape du développement;
- e) Avoir recours à des examens portant sur la conception afin d'en assurer la sûreté.

5.3. Évaluation des risques

Il faudrait procéder à des évaluations des risques afin de définir les risques d'exposition aux rayonnements pour les populations et l'environnement.

Il faudrait évaluer les risques d'exposition aux rayonnements pour les populations et l'environnement que présentent le lancement et l'utilisation de sources d'énergie nucléaires dans l'espace en cas d'accident et quantifier les incertitudes, dans la

mesure du possible. Les évaluations de risques sont un élément indispensable pour la procédure gouvernementale d'autorisation de la mission.

5.4. Atténuation des conséquences des accidents

Il faut faire tous les efforts concrets pour atténuer les conséquences d'éventuels accidents.

Dans le cadre des mesures à prendre pour assurer la sûreté de l'application de sources d'énergie nucléaire dans l'espace, il conviendrait d'étudier les mesures propres à atténuer les conséquences des accidents susceptibles d'entraîner un rejet de matières radioactives dans l'environnement terrestre. Il faudrait prévoir et mettre à disposition les moyens nécessaires, en tant que de besoin, pour accompagner les activités visant à limiter ces conséquences, notamment:

- a) L'élaboration et la mise en œuvre des dispositifs d'intervention pour interrompre les séquences accidentelles susceptibles d'entraîner un risque d'irradiation;
- b) La constatation qu'un rejet de matières radioactives a eu lieu;
- c) La détermination de l'emplacement et de la nature du rejet de matières radioactives;
- d) La caractérisation des zones contaminées par les matières radioactives;
- e) La recommandation de mesures de protection pour limiter l'exposition des populations dans les zones sinistrées;
- f) L'établissement d'informations pertinentes concernant l'accident en vue de les communiquer aux gouvernements, aux organisations internationales, aux entités non gouvernementales et au public.

6. Glossaire

Le glossaire ci-dessous définit des termes qui sont propres à la sûreté des sources d'énergie nucléaire dans l'espace. Les termes relatifs à la sûreté nucléaire dans le présent cadre sont définis dans le *Glossaire de la sûreté de l'AIEA* (édition de 2007)⁴

Application d'une source d'énergie nucléaire dans l'espace: ensemble des éléments (par exemple, source d'énergie nucléaire, plate-forme spatiale, système de lancement, conception de la mission, règles de vol) formant un système qui intervient dans la conduite d'une mission ayant recours à une source d'énergie nucléaire dans l'espace

Approbation de la mission: permission donnée par une autorité gouvernementale en vue d'activités tendant à préparer le lancement et l'exploitation d'une mission

Autorisation de lancement de la mission: permission donnée par une autorité gouvernementale en vue du lancement et de l'exploitation d'une mission

⁴ Agence internationale de l'énergie atomique, *Glossaire de sûreté de l'AIEA: terminologie employée en sûreté nucléaire et radioprotection*, édition 2007 (Vienne, 2007).

Conception de la mission: la conception de la trajectoire et des manœuvres d'une mission spatiale en fonction des objectifs de la mission, du lanceur ainsi que des possibilités du vaisseau spatial et des contraintes de la mission

Fin de service opérationnel: période qui suit la vie utile d'un vaisseau spatial

Lancement: série d'actions sur le site de lancement, qui conduisent à la projection d'un engin spatial sur une orbite ou une trajectoire déterminée à l'avance

Lanceur: tout véhicule propulsif, y compris les étages supérieurs servant à placer une charge utile dans l'espace

Mission: lancement et exploitation (y compris ce qui concerne la fin de service opérationnel) d'une charge utile (par exemple un engin spatial) au-delà de la biosphère terrestre, dans un but précis

Organisation qui conduit la mission ayant recours à une source d'énergie nucléaire dans l'espace: entité juridique qui contrôle et surveille directement une mission ayant recours à une source d'énergie nucléaire dans l'espace

Phase de lancement: période comportant les préparatifs sur le site du lancement, le décollage, l'ascension, la mise en œuvre des étages supérieurs, le largage de la charge utile et toutes autres actions liées à la mise en orbite d'un engin spatial ou à sa trajectoire de vol

Règles de vol: liste d'actions prédéterminées destinée à réduire au minimum le temps de la prise de décision en temps réel dans des situations prévues ou imprévues qui ont une incidence sur une mission

Source d'énergie nucléaire dans l'espace: dispositif utilisant des radio-isotopes ou un réacteur nucléaire à des fins de production d'électricité, de chauffage ou de propulsion dans une application spatiale

Système de lancement: lanceur, infrastructure du site de lancement, installations secondaires, matériel et procédures nécessaires au largage d'une charge utile dans l'espace
