



Assemblée générale

Distr. générale
19 mai 2009
Français
Original: anglais

Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique

Cadre de sûreté pour les applications de 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. Les applications passées, présentes et prévisibles de sources d'énergie nucléaire dans l'espace comprennent les générateurs radio-isotopiques (par exemple, les générateurs thermoélectriques radio-isotopiques et les réchauffeurs radio-isotopiques) et les réacteurs nucléaires destinés à l'alimentation électrique ou à la propulsion. 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 pourrait présenter pour les populations et l'environnement de la biosphère terrestre à la suite d'un accident, la sûreté devrait toujours être intégrée dans leur conception et leurs applications.

En ce qui concerne la 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 nombre 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 potentiels en cas d'échec du lancement ou de rentrée atmosphérique inopinée pourraient soumettre les sources 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.

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'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) sont convenus en 2007 d'élaborer conjointement un cadre de sûreté pour les applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace. Ce partenariat conjugait le savoir-faire du Sous-Comité scientifique et technique 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 relatif aux considérations spécifiques de sûreté nucléaire 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. Le Cadre de sûreté a été élaboré en prenant dûment en considération les principes et traités applicables. Le Cadre de sûreté ne supplée, n'altère ni n'interprète aucunement ces principes ou traités.

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 fin de service opérationnel des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace. La protection des spationautes est un domaine de recherches en cours et demeure donc en dehors du champ du Cadre. De même la protection des environnements d'autres corps célestes demeure en dehors du champ du Cadre.

Les termes de sûreté utilisés dans le Cadre de sûreté sont définis dans le Glossaire de sûreté de l'AIEA. Le terme "sûreté nucléaire" englobe ici la sûreté radiologique et la radioprotection. D'autres termes du vocabulaire des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace sont définis dans la Section du Cadre de sûreté intitulée "Glossaire".

En résumé, le Cadre a pour but de promouvoir la sûreté des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace; il vise donc toutes les applications de 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	6
3.1. Politiques, prescriptions et procédures en matière de sûreté	6
3.2. Justification des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace	7
3.3. Autorisation de lancement des missions	7
3.4. Préparation et conduite des interventions d'urgence	7
4. Recommandations à l'intention des opérateurs	8
4.1. Responsabilité de la sûreté	8
4.2. Hiérarchie organisationnelle et gestion de la sûreté	8
5. Recommandations techniques	9
5.1. Compétence technique en matière de sûreté nucléaire	9
5.2. Sûreté au niveau de la conception et du développement	10
5.3. Évaluations des risques	11
5.4. Atténuation des conséquences des accidents	11
6. Glossaire	11

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'énergies 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 applications passées présentes et prévisibles des sources d'énergie nucléaire 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 destinés à la production d'énergie ou à la propulsion. 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.

Les conditions d'exploitation normales tout comme les conditions accidentelles potentielles des applications de 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'environnement dans la biosphère terrestre, la sûreté doit toujours être intégrée à la conception et aux applications de 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'environnement²) 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 comprend 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 Dans le présent document, le terme "espace extra-atmosphérique" est synonyme de "espace".

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".

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 de 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. Outre qu'elle donnerait au grand public l'assurance que les sources d'énergie nucléaire seraient lancées dans l'espace et y seraient exploitées de façon sûre, l'application de ces textes pourrait faciliter la coopération bilatérale et multilatérale dans le cadre de missions spatiales utilisant ces sources. Les recommandations fournies ici sont le reflet d'un consensus international sur les mesures nécessaires pour assurer la sûreté et elles concernent toutes les applications des sources d'énergie nucléaire dans l'espace, sans exclusive.

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 de 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 concernées. La mise en œuvre des recommandations fournies dans le Cadre de sûreté compléterait les normes existantes concernant d'autres aspects des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace. Ainsi, les activités qui sont menées pendant la phase terrestre des applications de 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 de 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 d'élaborer un cadre de sûreté concernant les applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace, 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 de l'environnement 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 potentiels associés aux phases de lancement, d'exploitation et de fin de service opérationnel des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace.

Les gouvernements, les organisations intergouvernementales internationales et les entités non gouvernementales qui sont impliqués dans les applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace doivent prendre les mesures voulues pour assurer la protection des populations (individuellement et collectivement) et de l'environnement sans limiter indûment l'utilisation des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace.

Les recommandations pour satisfaire à 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 autorisent, approuvent ou conduisent des missions faisant intervenir des sources d'énergie nucléaire dans l'espace; les recommandations à l'intention des opérateurs (section 4) concernent le management 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 de 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 autorisent, approuvent ou conduisent 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 choix potentiels, 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 autorisent ou approuvent 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 autorisent, approuvent ou conduisent 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 de remplir l'objectif fondamental de sûreté.

3.2. Justification des applications de 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 de 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 qui autorisent, approuvent ou conduisent des missions ayant recours à des sources d'énergie nucléaire dans l'espace devraient donc s'assurer que la logique du recours à chacune de ces applications se justifie suffisamment au regard des alternatives possibles, après examen de celles-ci. Cette procédure devrait prendre en compte les bénéfices et les risques pour les populations et l'environnement relatifs aux 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 des missions

Une procédure d'autorisation de lancement des missions utilisant des sources d'énergie nucléaire 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 nucléaire. La procédure devrait comporter une évaluation de toutes les informations et considérations pertinentes émanant des autres organisations participantes. 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 – 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 qui autorisent, approuvent ou conduisent des missions ayant recours à des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace doivent se préparer à intervenir rapidement, pendant le lancement et au cours de la mission, en cas d'urgences susceptibles d'exposer les populations à des rayonnements et de causer une contamination radioactive de l'environnement terrestre. Les activités de préparation à des interventions d'urgence comprennent l'élaboration de plans d'urgence, les entraînements, 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 des opérateurs

La présente section fixe des recommandations pour le management des organisations opératrices des applications de 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, s'assurer que les ressources nécessaires à cette fin sont disponibles et promouvoir et maintenir à tous les niveaux organisationnels 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 rassembler 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.

Le management 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 promeuvent 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 pertinentes et exactes.

4.2. Hiérarchie organisationnelle 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.

L'excellence en matière de sûreté devrait être démontrée aux plus hauts niveaux de l'organisation qui conduit la mission. La gestion de la sûreté devrait être intégrée dans la gestion générale de la mission. Le management devrait 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 lignes hiérarchiques, des responsabilités à assumer et des voies de communication;
- b) Suivi actif et améliorations permanentes;
- c) Engagement individuel et collectif à la sûreté à tous les niveaux organisationnels;
- 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 impliquées dans les applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace. Ces recommandations concernent les phases de conception, de développement et de mission des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace. Elles portent sur les grands domaines clefs suivants 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 intégrant la sûreté nucléaire et des capacités d'essai et d'analyse;
- b) Utiliser ces capacités dans les diverses phases de conception et de qualification, ainsi que pendant le processus 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'exposition aux rayonnements pour les populations et l'environnement en cas d'accident potentiel et assurer qu'ils sont 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 pour les applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace.

Il est crucial de disposer de la compétence technique voulue en matière de sûreté nucléaire pour remplir l'objectif de sûreté fixé. En amont même du développement des applications de sources d'énergie nucléaire dans l'espace, les organisations doivent mettre en place, chacune selon ses responsabilités, des capacités de conception intégrant la sûreté nucléaire, ainsi que des capacités d'essai et d'analyse, 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) Définir 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 nucléaire dans l'espace et leurs composants pourraient être exposés en temps normal, ainsi qu'en cas d'accident;
- c) Évaluer les conséquences potentielles d'éventuels accidents sur les populations et l'environnement;
- d) Identifier et évaluer les dispositifs de sûreté inhérents 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 au niveau 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 dans le processus de développement;
- e) Avoir recours à des révisions de la conception afin d'en garantir la sûreté.

5.3. Évaluations des risques

Il faudrait procéder à des évaluations des risques afin de caractériser 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 les phases pertinentes du lancement, de l'exploitation et de la fin de service opérationnel de sources d'énergie nucléaire dans l'espace dans l'hypothèse d'accidents potentiels et quantifier les incertitudes, dans la mesure du possible. Les évaluations de risques sont un élément indispensable pour la procédure gouvernementale d'autorisation du lancement 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 des applications 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, en appui des 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'exposition aux rayonnements;
- b) La constatation qu'un rejet de matières radioactives a eu lieu ou non;
- c) La détermination de la zone 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 affectées;
- 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 généraux utilisés dans le présent cadre sont définis dans le *Glossaire de sûreté de l'AIEA (édition 2007)*³.

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

³ Agence internationale de l'énergie atomique, *Glossaire de sûreté de l'AIEA: terminologie employée en sûreté nucléaire et radioprotection, édition 2007* (Vienne, 2007).

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

Conception de la mission: la conception de la trajectoire et des manœuvres d'une mission spatiale en fonction des objectifs de la mission, des capacités du lanceur et 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 au placement 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

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 décisions 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