

# Rapport d'ensemble sur la sûreté nucléaire pour l'année 2012

GC(56)/INF/2

Rapport d'ensemble sur la sûreté nucléaire  
pour l'année 2012

IAEA/NSR/2012

Imprimé par l'AIEA en Autriche  
Mai 2012

# Avant-propos

*Le Rapport d'ensemble sur la sûreté nucléaire pour l'année 2012* présente un aperçu analytique des tendances, des problèmes et des enjeux qui ont dominé au niveau mondial en 2011 et des efforts que l'Agence a consentis pour renforcer le cadre mondial de sûreté nucléaire. Le présent rapport met aussi l'accent sur les questions et les activités liées à l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi. L'aperçu analytique est suivi d'un appendice à la fin du document intitulé *Normes de sûreté de l'AIEA : activités menées en 2011*.

Un projet de version du Rapport d'ensemble sur la sûreté nucléaire pour 2012 a été soumise à la session de mars 2012 du Conseil des gouverneurs sous la cote GOV/2012/6. La version définitive du *Rapport d'ensemble sur la sûreté nucléaire pour l'année 2012* établie à la lumière des discussions du Conseil des gouverneurs et aussi des observations reçues.



# Table des matières

Synthèse .....	1
Aperçu analytique .....	8
A. Bilan de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi de la TEPCO.....	8
A.1. Contexte [5].....	8
A.2. L'intervention de l'Agence [4].....	11
A.3. Sûreté des sites .....	15
A.4. Gestion des accidents graves.....	21
A.5. Efficacité de la réglementation.....	23
B. Gestion de la réparation et de la conduite des interventions d'urgence .....	27
B.1. Tendances et problèmes.....	27
B.2. Activités.....	29
B.3. Enjeux futurs.....	29
C. Examen des aspects de la sûreté et de la gestion à long terme des centrales nucléaires et des réacteurs de recherche vieillissants .....	31
C.1. Tendances et problèmes dans la gestion de la sûreté des centrales nucléaires vieillissantes.....	31
C.2. Tendances et problèmes dans la gestion de la sûreté des réacteurs de recherche anciens.....	34
D. Préparation des pays qui commencent à développer l'énergie nucléaire .....	36
D.1. Tendances et problèmes .....	36
D.2. Activités.....	37
D.3. Enjeux futurs .....	39
E. Examen de la sûreté des futurs modèles de réacteurs.....	39
E.1. Tendances et problèmes.....	39
E.2. Activités.....	40
E.3. Enjeux futurs.....	41
F. Limitation de l'exposition aux rayonnements .....	41
F.1. Tendances et problèmes .....	41
F.2. Activités .....	43
F.3. Enjeux futurs .....	44
G. Assurer la sûreté du transport nucléaire .....	45

G.1. Tendances et problèmes .....	45
G.2. Activités.....	46
G.3. Enjeux futurs .....	47
H. Déclassement, remédiation et solutions pour les déchets.....	48
H.1. Tendances et problèmes .....	48
H.2. Activités.....	48
H.3. Enjeux futurs .....	49
I. Responsabilité civile en matière de dommages nucléaires.....	49
I.1. Tendances et problèmes .....	49
I.2. Activités internationales.....	49
I.3. Enjeux futurs.....	50
J. Documents de référence clés.....	52
Appendice.....	53
A. Résumé .....	53
A.1. Structure et présentation à long terme des normes de sûreté de l’AIEA .....	53
A.2. Stratégies et processus pour l’établissement des normes de sûreté de l’AIEA .....	54
A.3. Synergies et interface entre les collections Normes de sûreté et Sécurité nucléaire de l’AIEA....	54
A.4. Examen des normes de sûreté de l’AIEA suite à l’accident de Fukushima .....	55
B. État actuel des normes de sûreté de l’AIEA.....	56
B.1. Fondements de sûreté .....	56
B.2. Normes générales de sûreté (applicables à toutes les installations et activités).....	56
B.3. Normes de sûreté particulières (applicables à certaines installations et activités).....	57

# Synthèse

Le *Rapport d'ensemble sur la sûreté nucléaire pour 2012*<sup>1</sup> se concentre sur les tendances dominantes, les questions et les défis dans le domaine de la sûreté nucléaire en 2011 ; il s'articule comme suit :

- La synthèse, condensé du contenu du rapport ;
- Le chapitre A présente un résumé de la progression de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi exploitée par la Compagnie d'électricité de Tokyo (TEPCO), accident ci-après appelé « l'accident de Fukushima », ainsi qu'une récapitulation de l'intervention de l'Agence et un aperçu des premiers enseignements tirés dans des domaines particuliers de la sûreté nucléaire (questions de sûreté du site et de conception, gestion des accidents graves et efficacité de la réglementation) ;
- Les chapitres B à I traitent les tendances, problèmes et enjeux, au niveau mondial, de la sûreté nucléaire en 2011 dans les domaines d'activité suivants : préparation et conduite des interventions d'urgence ; aspects de sûreté et gestion à long terme du vieillissement des centrales nucléaires et réacteurs de recherche ; sûreté des modèles de réacteurs futurs ; limitation de l'exposition aux rayonnements ; sûreté du transport nucléaire ; déclassement, remédiation et solutions pour les déchets ; et examen de questions relatives à la responsabilité civile en matière de dommages nucléaires ;
- Le chapitre J contient une liste des documents de référence clés qui ont servi pour établir le présent rapport. Ces documents, cités tout au long du rapport, sont indiqués dans le présent chapitre, avec des liens permettant d'accéder aux versions en ligne. Par souci de commodité, certains documents se trouvent sur le site web à accès restreint GOVATOM de l'Agence et certains sur son site web public ;
- L'appendice donne des indications sur les activités de la Commission des normes de sûreté (CSS) et sur la situation de la collection Normes de sûreté de l'AIEA.

Conformément à son mandat, l'Agence a pour attributions de faciliter et, si elle y est invitée, d'agir comme intermédiaire face aux enjeux intergouvernementaux, scientifiques et techniques inhérents à la sûreté nucléaire, à la fois en s'attaquant aux problèmes urgents – comme c'était le cas avec l'accident de Fukushima en mars 2011 – et en élaborant, pour les problèmes de portée mondiale, des solutions dont la mise en œuvre demande beaucoup de temps et de soin – comme c'est le cas avec le Plan d'action de l'AIEA sur la sûreté nucléaire, récemment approuvé par le Conseil. En 2011, ces problèmes, qui recouvrent des activités transversales, ont mobilisé quasiment tout l'éventail des ressources et des capacités du Secrétariat de sorte que des améliorations puissent être apportées à la sûreté nucléaire au niveau mondial.

---

<sup>1</sup> Les informations qui figuraient auparavant dans les Notes complémentaires du Secrétariat ont été insérées à des endroits différents : la Note du Secrétariat sur les événements et les activités liés à la sûreté dans le monde se trouve dans le Rapport annuel de l'AIEA pour 2011, mais aussi dans le rapport intitulé Mesures pour renforcer la coopération internationale dans les domaines de la sûreté nucléaire et radiologique et de la sûreté du transport et des déchets. Les informations qui figuraient auparavant dans la Note du Secrétariat sur les activités relatives aux normes de sûreté ont été incorporées en tant qu'appendice au présent rapport.

L'accident de Fukushima, causé par le grand séisme et tsunami de l'est du Japon le 11 mars 2011, a fait passer la sûreté nucléaire au premier rang des préoccupations internationales et souligné la responsabilité des États Membres dans ce domaine crucial. Plus précisément, la responsabilité première en matière de sûreté nucléaire incombe, dans tout État Membre utilisant la technologie nucléaire, aux différents exploitants autorisés à faire fonctionner des installations nucléaires et aux différents organismes de réglementation nationaux qui supervisent ces installations.

Du fait du rôle central qu'elle joue dans ce domaine, l'Agence instaure des normes assorties de principes fondamentaux de sûreté, des prescriptions et des mesures de manière à atteindre un niveau élevé de sûreté dans les applications nucléaires. Les normes s'appliquent aux installations et aux activités qui donnent lieu à des risques radiologiques, y compris les installations nucléaires, à l'utilisation des rayonnements et des sources radioactives, au transport des matières radioactives et à la gestion des déchets radioactifs. L'Agence facilite l'application de ses normes de sûreté par le biais de services d'examen par des pairs et de conseil, mais aussi d'ateliers de création de capacités et de programmes de formation théorique et pratique qu'elle organise à la demande des États Membres.

À l'issue de son quatrième mandat, démarré en janvier 2008 et achevé en décembre 2011, la Commission des normes de sûreté (CSS) a remis au Directeur général son rapport quadriennal, qui met en relief les objectifs atteints et fixe les enjeux et les recommandations pour l'avenir<sup>2</sup>. Parmi les objectifs atteints, on peut noter la création d'une structure à long terme pour la collection Normes de sûreté de l'AIEA, l'élaboration du document *Strategies and Processes for the Establishment of IAEA Safety Standards* (SPESS)<sup>3</sup>, la mise en place d'un cadre conceptuel à court terme et d'un autre à long terme pour développer les synergies entre la sûreté et la sécurité, ainsi que l'élaboration d'un plan pour l'examen des normes de sûreté de l'AIEA suite à l'accident de Fukushima. À cet égard, en novembre 2011, la CSS a étudié les modalités d'examen des normes de sûreté – portée, hiérarchisation, approche, processus et calendrier d'examen – ainsi que les possibilités de révision ultérieure de ces normes si nécessaire.

Le Groupe consultatif sur la sécurité nucléaire (AdSec) et la CSS ont créé en 2009 une équipe spéciale commune, qui s'est réunie pendant deux ans. Cette équipe a examiné les mesures à prendre pour améliorer les processus d'examen et d'approbation des normes et pour renforcer l'interaction avec les représentants des États Membres au sujet de l'élaboration des documents d'orientation de la collection Sécurité nucléaire. En outre, elle a examiné la faisabilité d'une seule collection de normes de l'Agence qui couvrirait à la fois la sûreté et la sécurité tout en respectant le caractère propre à chacune ; elle a élaboré un rapport final sur ses conclusions, lequel a été approuvé en réunion commune de l'AdSec et la CSS, puis présenté au Directeur général en novembre 2011.

Les Prescriptions générales de sûreté (Part 3), intitulées *Radioprotection et sûreté des sources de rayonnements : Normes fondamentales internationales de sûreté (NFI révisées)*, ont été approuvées par le Conseil en septembre 2011. Les NFI révisées renforcent les prescriptions régissant les mesures de protection du public et de l'environnement contre l'exposition aux rayonnements.

La tâche en cours actuellement est d'examiner et de mettre à jour les normes de sûreté pertinentes pour prendre en compte les enseignements tirés de l'accident de Fukushima, en particulier les normes qui

---

<sup>2</sup> Commission des normes de sûreté – *Fourth Term Report 2008–2011* (publié le 7 décembre 2011). Le rapport peut être téléchargé à l'adresse suivante : <http://www-ns.iaea.org/committees/files/css/204/CSS4vreport2008-2011final12December2011.doc>.

<sup>3</sup> *Strategies and Processes for the Establishment of IAEA Safety Standards (SPESS) — Version 1.1*, 10 mars 2011. Ce document peut être téléchargé à : <http://www-ns.iaea.org/downloads/standards/spess.pdf>.



concernent les risques graves multiples, les sites à une ou plusieurs tranches, le refroidissement du réacteur et l'entreposage du combustible ainsi que d'autres domaines importants pour la sûreté.

Après l'accident de Fukushima, l'Agence a effectué une série de missions au Japon à la demande du gouvernement japonais. Une équipe d'experts a notamment effectué une mission d'information au Japon du 24 mai au 2 juin 2011. Les conclusions de cette mission ont été communiquées à la Conférence ministérielle de l'AIEA sur la sûreté nucléaire, qui s'est tenue au Siège de l'AIEA du 20 au 24 juin 2011.

Cette conférence ministérielle visait, sous la conduite de l'AIEA, à gérer les enseignements de l'accident de Fukushima et les mesures consécutives à prendre pour renforcer au niveau mondial la sûreté nucléaire, la préparation pour les situations d'urgence et la protection des personnes et de l'environnement contre les rayonnements. Conformément à la déclaration ministérielle adoptée à la Conférence, le Directeur général a été prié d'élaborer un projet de plan d'action en s'appuyant sur ladite déclaration, sur les conclusions et recommandations des trois séances de travail ainsi que sur l'expertise et les connaissances disponibles, pour couvrir tous les aspects pertinents de la sûreté nucléaire, de la préparation et de la conduite des interventions d'urgence et de la protection des personnes, de la société et de l'environnement contre les rayonnements, ainsi que le cadre juridique international approprié.

Un projet de Plan d'action de l'AIEA sur la sûreté nucléaire a ensuite été élaboré à l'issue d'un long processus de consultations avec les États Membres, puis il a été approuvé par le Conseil des gouverneurs et adopté en septembre 2011, à la 55<sup>e</sup> session de la Conférence générale. Ce plan d'action vise, suite à l'accident de Fukushima, à renforcer la sûreté nucléaire dans le monde en proposant 12 mesures principales composées chacune de divers éléments et axées sur : les évaluations de la sûreté (tests de résistance) ; les examens par des pairs de l'AIEA ; la préparation et la conduite des interventions d'urgence ; les organismes nationaux de réglementation ; les organismes exploitants ; les normes de sûreté de l'AIEA ; le cadre juridique international ; les pays qui lancent un programme d'énergie nucléaire ; le renforcement des capacités ; la protection des personnes et de l'environnement contre les rayonnements ionisants ; la communication et la diffusion de l'information ; et la recherche-développement.

Certains États Membres, dont la Chine, l'Inde, la République de Corée, la Turquie, les Émirats arabes unis et le Vietnam, maintiennent l'option de l'énergie nucléaire pour satisfaire une demande toujours plus forte pour une énergie propre. D'autres intensifient même leurs activités nucléaires. La France, par exemple, est en train de construire son premier réacteur avancé et a d'ores et déjà des plans à l'étude pour un deuxième ; la Fédération de Russie entend doubler sa production d'énergie nucléaire d'ici à 2020 avec plusieurs réacteurs actuellement en construction sur son territoire ; le Royaume-Uni aussi a des plans de construction de tranches supplémentaires. Toutefois, certains pays, dont la Belgique, l'Allemagne, l'Italie et la Suisse, ont décidé d'abandonner progressivement l'électronucléaire et de ne plus y avoir recours, en partie par manque de soutien voire, dans certains cas, du fait de l'opposition du public. D'autres, comme l'Autriche, le Danemark, la Grèce et la Nouvelle-Zélande, sont toujours contre l'électronucléaire. Pour un examen détaillé des dernières projections mondiales de l'énergie nucléaire, se référer au *rapport d'ensemble sur la technologie nucléaire pour 2012*.

Avec plus de 14 792 années-réacteur d'exploitation commerciale dans 33 pays, le niveau d'exploitation de centrales nucléaires dans le monde reste élevé, comme il ressort des données sur la sûreté collectées par l'AIEA (et incorporées dans sa base de données PRIS - Système d'information sur les réacteurs de puissance) et par l'Association mondiale des exploitants nucléaires (WANO). La figure 1 montre le nombre total d'arrêts non programmés de réacteurs de puissance, qu'ils soient automatiques ou manuels, pour 7 000 heures de fonctionnement en régime critique. Cette information

est utile car elle permet de suivre les opérations visant à réduire le nombre de mises à l'arrêt non planifiées de réacteurs et sert généralement à évaluer le degré d'amélioration de la sûreté à la centrale. Comme il ressort de la figure 1, des améliorations constantes ont été apportées ces dernières années ; toutefois, d'autres sont encore possibles.

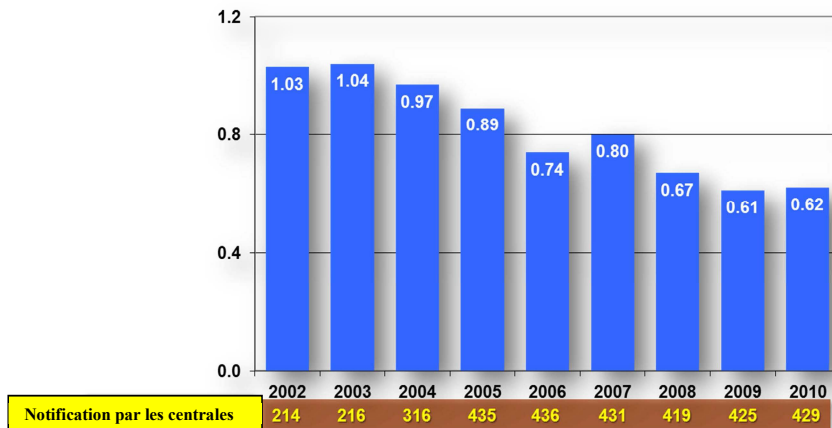


FIG. 1. Nombre total d'arrêts non programmés de réacteurs de puissance, qu'ils soient automatiques ou manuels, pour 7 000 heures de fonctionnement en régime critique.

À la fin de 2011, sur les 435 centrales nucléaires en exploitation dans le monde, 32 % avaient plus de 30 ans et 5 % étaient en exploitation depuis plus de 40 ans. On attend de plus en plus que des réacteurs de recherche anciens qu'ils réalisent des objectifs de sûreté plus ambitieux, se rapprochant des objectifs des modèles de réacteurs récents. Les exploitants de centrales nucléaires anciennes doivent donc prendre en compte les préoccupations quant à leur capacité de résoudre à ces attentes et de continuer à satisfaire de façon économique et efficace aux besoins énergétiques des États Membres. Le principal défi lorsqu'on met en place un programme exhaustif de gestion du vieillissement est de veiller à ce que les fonctions de sûreté de l'ensemble des structures, systèmes et composants (SSC) susceptibles d'être affectés par les effets du vieillissement soient bien prises en compte et examinées.

Près de 70 % des 254 réacteurs de recherche opérationnels sont en exploitation depuis plus de 30 ans, et un grand nombre d'entre eux dépassent leur durée de vie nominale prévue au départ. Les travaux de maintenance sur deux des cinq grands réacteurs de recherche dans le monde qui produisent des isotopes ont nécessité des temps de préparation et de réparation très longs, ainsi qu'un investissement financier important. Les réacteurs de recherche vieillissants étant de moins en moins fiables, la pression est mise de plus en plus sur l'approvisionnement mondial en isotopes médicaux et sur la capacité de production des autres producteurs d'isotopes.

Les pays primo-accédants à l'énergie nucléaire ont des difficultés à mettre en place les infrastructures nécessaires et à acquérir les compétences dont ils ont besoin pour honorer les conditions requises dans les projets. En outre, plus de 20 États Membres ont commencé à planifier de nouveaux projets de réacteurs de recherche. L'Agence a constaté que la création de capacités était un problème majeur que les États Membres devaient résoudre, car elle a identifié chez eux d'importantes lacunes dans des domaines comme les infrastructures législatives, réglementaires, techniques et dans le domaine de la formation et de la sûreté. Un appui solide des gouvernements est requis à un stade précoce pour faciliter la mise en place de ces infrastructures. L'Agence apporte son assistance à cet égard en mettant

à disposition diverses publications des normes et des guides de sûreté – notamment les *Étapes du développement d'une infrastructure nationale pour l'électronucléaire* (collection Énergie nucléaire n° NG-G-3, AIEA, Vienne (2008)) et un guide en anglais intitulé *Establishing the Safety Infrastructure for a Nuclear Power Programme* (collection Normes de sûreté de l'AIEA, n° SSG-16, Vienna (2011)). Les primo-accédants devront aussi tenir compte, lors de la mise en place de leur infrastructure nucléaire, des enseignements tirés de l'accident de Fukushima. De plus, l'Agence continue de soutenir un certain nombre de réseaux et forums internationaux de connaissances comme le Réseau mondial de sûreté et de sécurité nucléaires (RMSSN), les réseaux régionaux comme le Réseau de sûreté nucléaire en Asie (ANSN), le Forum ibéro-américain d'organismes de réglementation radiologique et nucléaire (FORO), le Forum des organismes de réglementation nucléaire en Afrique, le Réseau arabe des organismes de réglementation nucléaire et le Forum de coopération en matière de réglementation.

Les modèles de réacteur futurs qui seront utilisés à court terme ont été soumis à des essais et à une modélisation pour démontrer des caractéristiques de sûreté améliorées. Les modèles plus innovants nécessiteront vraisemblablement davantage de travail pour tester et démontrer l'efficacité de leurs caractéristiques de sûreté renforcées. L'Agence continue d'examiner des questions relatives à des centrales nucléaires transportables en accordant une attention particulière aux réacteurs flottants conçus pour répondre aux besoins énergétiques dans des îles ou des régions éloignées. Elle évalue notamment si le cadre juridique et les normes de sûreté existant au niveau international sont applicables et adaptés à cette technologie. Une publication sur les problèmes juridiques et institutionnels posés par les centrales nucléaires transportables, élaborées dans le cadre du Projet international sur les réacteurs nucléaires et les cycles du combustible nucléaire innovants (INPRO) est actuellement examinée par l'Agence

L'analyse des résultats des examens de la préparation aux situations d'urgence (EPREV) et des missions du Service intégré d'examen de la réglementation (IRRS) a révélé dans l'ensemble un manque de conformité aux normes de sûreté de l'Agence dans le domaine *Préparation et intervention en cas de situation d'urgence nucléaire ou radiologique* (collection Normes de sûreté de l'AIEA n° GS-R-2, Vienne, 2002)<sup>4</sup>. Des insuffisances ont été relevées dans plusieurs États Membres en ce qui concerne les compétences des organismes de réglementation, l'infrastructure, les exercices d'intervention d'urgence et les programmes de formation. Les problèmes concernant la communication que certains États Membres rencontrent ont été mis en évidence durant l'intervention qui a fait suite à l'accident de Fukushima, avec un taux d'échec relativement élevé des communications par télécopie. À ce jour, 63 % des 134 États Membres ayant désigné des points de contact doivent s'enregistrer dans le Système unifié d'échange d'informations en cas d'incident ou d'urgence (USIE) pour pouvoir recevoir des messages d'alerte. S'ils ne le font pas, les points de contact désignés recevront tout de même une télécopie à chaque fois que le Secrétariat enverra un message d'alerte.

Les questions liées à la réduction des effets des rayonnements sur la santé et l'environnement ont porté en 2011 sur les domaines suivants :

- Le radon à l'intérieur des bâtiments est, de toutes les sources de rayonnements, l'une de celles qui contribuent le plus à la dose efficace collective au niveau mondial, et 3 à 14 % de tous les cas de cancer du poumon dans le monde lui sont imputables chaque année. Des prescriptions renforcées qui

---

<sup>4</sup> La Commission des normes de sûreté a approuvé le canevas de préparation du document pour la révision de GS-R-2, qui sera publiée dans les Prescriptions générales de sûreté (Part 7). La révision permettra aussi d'incorporer les enseignements tirés de l'accident de la centrale nucléaire de la TEPCO à Fukushima Daiichi. Voir l'appendice pour toute information spécifique sur ce sujet.

régissent la protection du public contre les effets du radon figurent dans les NFI révisées que le Conseil des gouverneurs a approuvées en septembre 2011. Il importe que les États Membres évaluent chez eux l'ampleur de l'exposition au radon pour déterminer si des mesures complémentaires sont nécessaires.

- Les effectifs mondiaux de personnel dans le secteur nucléaire sont en baisse et ces personnes deviennent de plus en plus mobiles. Il est de ce fait difficile, aux fins de la gestion des doses, d'assurer un suivi de la dose cumulée que les employés ont reçue durant toute leur vie professionnelle sur les différents sites où ils ont pu être affectés. De plus, des programmes de gestion des rayonnements et de formation dans ce domaine doivent être mis en œuvre ou renforcés, en particulier pour la main d'œuvre itinérante non qualifiée, groupe de travailleurs qui est actuellement le plus à risque en termes de surexposition professionnelle<sup>5</sup>.
- Après examen plus approfondi de la question, la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) a sensiblement réduit le seuil de la dose absorbée pour le cristallin de l'œil. Ces nouvelles limites ont été incorporées aux NFI et leur application dans la pratique va nécessiter l'élaboration d'une approche graduée ainsi qu'un examen minutieux des lieux de travail.
- Comme indiqué dans le *Rapport d'ensemble sur la sûreté nucléaire pour 2010*, la dose efficace par habitant imputable aux expositions médicales a doublé au niveau mondial depuis le début des années 90 et continue de croître, surtout pour les patients qui subissent, sur plusieurs années successives ou même dans la même année, plusieurs examens par tomodensitométrie (CT). Cette tendance s'est poursuivie en 2011<sup>6</sup>. Le chapitre F (Limitation de l'exposition aux rayonnements) donne de plus amples informations sur ce sujet.
- De plus, l'accident de Fukushima a provoqué le rejet d'un large éventail de radionucléides dans l'environnement. Un grand nombre de personnes ont donc dû être évacuées de la zone de la centrale pour ne pas être exposées à des rayonnements supérieurs aux niveaux de référence prédéfinis. L'évaluation des expositions subies par la population et l'environnement dans la zone de Fukushima fait actuellement l'objet d'études de l'OMS et de l'UNSCEAR, avec le soutien et la participation de l'Agence.

Les normes de sûreté en vigueur pour le transport des matières radioactives<sup>7</sup> n'ont cependant pas empêché les retards et les refus d'expédition de persister en 2011 – en partie à cause des craintes provenant d'un manque d'informations sur la sûreté de la manipulation des sources radioactives et aussi à cause des difficultés d'application de réglementations locales ou nationales trop compliquées. L'accident de Fukushima s'est traduit au niveau mondial par un certain nombre de défis à relever en matière de surveillance radiologique mais aussi de réglementation et de contrôle du transport, ce qui a permis de mettre en évidence l'absence d'approche commune, de système réglementaire pleinement efficace et de capacité en général. Entre autres conclusions de la Conférence internationale intitulée « Sûreté et sécurité du transport des matières radioactives : les cinquante prochaines années – créer un cadre sûr, sécurisé et durable », qui s'est tenue au Siège de l'AIEA du 17 au 21 octobre 2011<sup>8</sup>, il a été

---

<sup>5</sup> Réunion technique sur l'élaboration de documents d'orientation portant sur la gestion de programmes de radioprotection pour les travailleurs itinérants, Vienne, 21 au 24 novembre 2011.

<sup>6</sup> *Rapport d'ensemble sur la sûreté nucléaire pour 2010* (document GC(55)/INF/3 publié en juillet 2011). Disponible en ligne à l'adresse : [http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC55/GC55InfDocuments/French/ge55inf-3\\_fr.pdf](http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC55/GC55InfDocuments/French/ge55inf-3_fr.pdf).

<sup>7</sup> Voir l'appendice, section B.3.7. « Transport des matières radioactives » pour plus d'informations sur les normes de sûreté relatives au transport.

<sup>8</sup> Cf. la page web de la conférence : <http://www-pub.iaea.org/mtcd/meetings/Announcements.asp?ConfID=38298>.

noté que le transport subit de graves répercussions des crises mondiales, comme l'interruption ou la fermeture de voies de transport majeures entraînant le non acheminement des personnes, produits et denrées.

Les sites contaminés par les radionucléides dans le monde continuent de nécessiter des activités de remédiation. L'accident de Fukushima va en plus nécessiter d'importants travaux de remédiation post-accident qui produiront des volumes de matières contaminées atteignant les millions de mètres cubes. Le chapitre H (Déclassement, remédiation et solutions pour les déchets) donne de plus amples informations sur le sujet.

L'importance de mécanismes efficaces de responsabilité civile garantissant contre les détriments à la santé humaine et à l'environnement ainsi que contre les préjudices économiques causés par un accident nucléaire continue de susciter un intérêt accru de la part des États. Le Plan d'action de l'AIEA sur la sûreté nucléaire requiert précisément la mise en place d'un régime mondial de responsabilité nucléaire répondant aux préoccupations de tous les États qui pourraient être touchés par un accident nucléaire, en vue d'une réparation appropriée des dommages nucléaires et demande au Groupe international d'experts en responsabilité nucléaire (INLEX) de recommander des mesures dans ce sens.

Le travail accompli l'année écoulée, tel qu'il ressort du présent rapport, montre que les multiples efforts internationaux sous la vigilance à la fois de tous les États Membres et des organisations internationales sont indispensables pour renforcer le cadre mondial de sûreté nucléaire dans notre monde de plus en plus interconnecté et interdépendant. Aujourd'hui en outre, on ne saurait plus que jamais surestimer le rôle et la participation de la société civile, ainsi que les attentes élevées qu'elle a envers toutes les parties prenantes, pour mettre en œuvre, surveiller et renforcer efficacement des mesures concrètes de sûreté nucléaire.

# Aperçu analytique

## A. Bilan de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi de la TEPCO

### A.1. Contexte [5]



1. Érigée entre 1967 et 1979, la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi a été construite et exploitée par la Compagnie d'électricité de Tokyo (TEPCO). Elle possède six réacteurs à eau bouillante (REB). La tranche 1 est un réacteur REB-3 avec une enceinte de confinement Mark I, les tranches 2 à 5 sont des réacteurs REB-4 avec des enceintes de confinement Mark I et la tranche 6 est un réacteur REB-5 avec une enceinte de confinement Mark II. La capacité totale de production d'énergie de l'installation est de 4,696 GW. La centrale est située sur la côte est du Japon, face à l'océan Pacifique, à proximité des villes d'Okuma et de Futaba dans le comté de Futaba, dans la préfecture de Fukushima.

2. Les tranches de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi ont toutes été conçues pour résister, dans un séisme de référence, à un mouvement du sol de  $0,6g$  ( $g$  étant l'accélération résultant de la gravité), et à un tsunami avec une hauteur de vague déferlant sur le site atteignant 5,7 mètres<sup>9</sup>. Le séisme le plus puissant à avoir touché cette centrale jusqu'alors était celui de Miyagi en 1978, qui était d'une magnitude de 7,4 sur l'échelle de Richter (accélération du sol de  $0,125g$  en 30 secondes) et qui n'avait provoqué qu'un petit tsunami. Toutes les tranches avaient été inspectées après ce séisme, mais aucun dommage sur les constituants essentiels des réacteurs n'avait été constaté.

3. Suite à la demande d'approbation formulée par la TEPCO en avril 2010 en vue de la poursuite de l'exploitation de la tranche 1 de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi, et en réponse à la NISA, l'Organisation japonaise de sûreté de l'énergie nucléaire (JNES) a confirmé l'adéquation technique du processus d'appréciation de la gestion du vieillissement et de la politique de contrôle de la maintenance à long terme, et en a informé la NISA en février 2011<sup>10</sup>.

---

<sup>9</sup> Pour concevoir une centrale nucléaire, on ne se base pas sur la magnitude en tant que telle mais on tient compte des effets des mouvements vibratoires du sol provoqués par les séismes, c'est-à-dire de l'accélération des mouvements du sol à la surface libre d'une strate de base.

<sup>10</sup> Rapport annuel de la JNES pour 2010, p. 81, avril 2010 - mars 2011.

4. Le 11 mars 2011, à 5 h 46 (UTC), un séisme de magnitude 9 suivi d'un tsunami dont la hauteur de la vague<sup>11</sup> atteint un niveau sans précédent de 14 mètres environ, se produit au large de la côte est de l'île de Honshu (Japon). D'après les informations communiquées par la NISA, plusieurs installations électronucléaires sont touchées par de très forts mouvements du sol et par plusieurs vagues géantes du tsunami, à savoir les centrales de Tokai, d'Higashi Dori, d'Onagawa et de Fukushima Daiichi et Daini. Les systèmes automatiques de détection des séismes déclenchent la mise à l'arrêt des réacteurs opérationnels. Cependant, toutes ces installations sont endommagées, à des degrés divers, par les vagues géantes du tsunami, les conséquences les plus graves étant observées à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi<sup>12</sup>.

5. Malgré la perte de toute alimentation réseau lorsque le séisme survient, au moment où il est détecté, les systèmes automatiques à la centrale de Fukushima Daiichi opèrent l'insertion de barres de commande dans ses trois réacteurs opérationnels, et tous les groupes électrogène diesel de secours disponibles deviennent opérationnels. Cependant, quelque 46 minutes après le séisme, une vague géante du tsunami, la première d'une longue série, atteint le site et passe au-dessus du mur de protection de 5,7 mètres conçu pour le protéger.

6. Le site de Fukushima Daiichi est alors inondé, ce qui provoque la perte de toutes les sources d'alimentation à l'exception d'un groupe électrogène de secours, le groupe 6-B, qui assure une alimentation électrique de secours que doivent se partager les tranches 5 et 6. Du fait de l'indisponibilité d'autres sources d'alimentation importantes sur le site ou hors du site, les moyens de refroidir les réacteurs sont considérablement réduits, voire anéantis. Les opérateurs doivent faire face à un scénario d'urgence catastrophique et sans précédent, caractérisé par l'absence d'électricité, une perte de commande des réacteurs, des instruments quasiment tous défectueux et des systèmes de communication durement touchés. C'est dans l'obscurité qu'ils doivent opérer pour préserver la sûreté des six réacteurs, de leurs six piscines d'entreposage du combustible, de la piscine commune et des installations d'entreposage à sec.

7. En l'absence d'alimentation électrique de secours, l'aération et l'injection d'eau de mer ne suffisent pas à remédier au défaut de refroidissement des piscines d'entreposage du combustible actif et du combustible usé. La température des réacteurs augmente et finit par entraîner des explosions d'hydrogène dans les tranches 1, 3 et 4, qui endommagent considérablement ou détruisent en partie les bâtiments des réacteurs, tout portant à croire que le combustible dans les tranches 1, 2 et 3 est endommagé.

8. Le 12 mars, la NISA classe tout d'abord l'événement au niveau trois sur l'Échelle internationale des événements nucléaires (INES), avant de le reclasser au niveau cinq le 18 mars, puis au niveau sept le 12 avril. Tous les classements sur l'échelle INES sont provisoires.

9. L'accident nucléaire à la centrale de Fukushima Daiichi entraîne le rejet d'un large éventail de radionucléides dans l'environnement. Un grand nombre de personnes doivent alors être évacuées de la zone de la centrale pour ne pas être exposées à des rayonnements supérieurs aux niveaux de référence prédéfinis.

---

<sup>11</sup> La « hauteur de la vague » est définie comme « l'élévation verticale de la vague du tsunami par rapport au niveau initial de la mer à l'endroit où la pénétration vers l'intérieur des terres est la plus importante » dans la publication *Tsunami Warning and Preparedness: An Assessment of the US Tsunami Program and the Nation's Preparedness Efforts* (Académie nationale des sciences, 2010), p. 38. Disponible en ligne à l'adresse suivante : [http://www.nap.edu/openbook.php?record\\_id=12628&page=38](http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=12628&page=38).

<sup>12</sup> Informations communiquées par la NISA au Centre des incidents et des urgences (IEC) de l'Agence. Voir les mises à jour sur l'accident nucléaire de Fukushima (11 mars 2011, 11 h 45 (UTC)) à l'adresse suivante : <http://www.iaea.org/newscenter/news/2011/fukushima110311.html>.



10. Le 12 mars 2011, les habitants de nombreuses villes situées dans un périmètre de 20 kilomètres autour de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi sont évacués. À mesure que de nouvelles informations tombent sur les niveaux de radioactivité dans l'environnement dans la zone de 20 à 30 kilomètres autour de la centrale et de certaines zones adjacentes situées au-delà du périmètre des 30 kilomètres, le gouvernement japonais met en place des zones d'évacuation dont les habitants sont relogés dans des hébergements provisoires. En outre, on délimite des zones de préparation à l'évacuation d'urgence : leurs habitants sont priés de se tenir prêts dans le cas où l'évacuation deviendrait nécessaire. Ces zones vont au-delà d'un rayon de 30 km autour de la centrale. La figure 2 représente une carte de la zone d'accès restreint et de la zone d'évacuation délibérée autour de la centrale de Fukushima Daiichi à la date d'élaboration du Rapport d'ensemble sur la sûreté nucléaire ; les zones pour lesquelles on recommande une évacuation future sont également indiquées.

11. L'évaluation des expositions subies par la population et l'environnement, notamment dans la zone de Fukushima, fait actuellement l'objet d'études de l'OMS et du Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (UNSCEAR) ; les deux études en question sont menées avec le soutien et la participation de l'Agence.

12. Le 25 mars 2011, la TEPCO communique à l'Agence et au public sa feuille de route sur les travaux de remise en état à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi (*Roadmap towards Restoration from the Accident at Fukushima Daiichi Nuclear Power Station*)<sup>13</sup>.

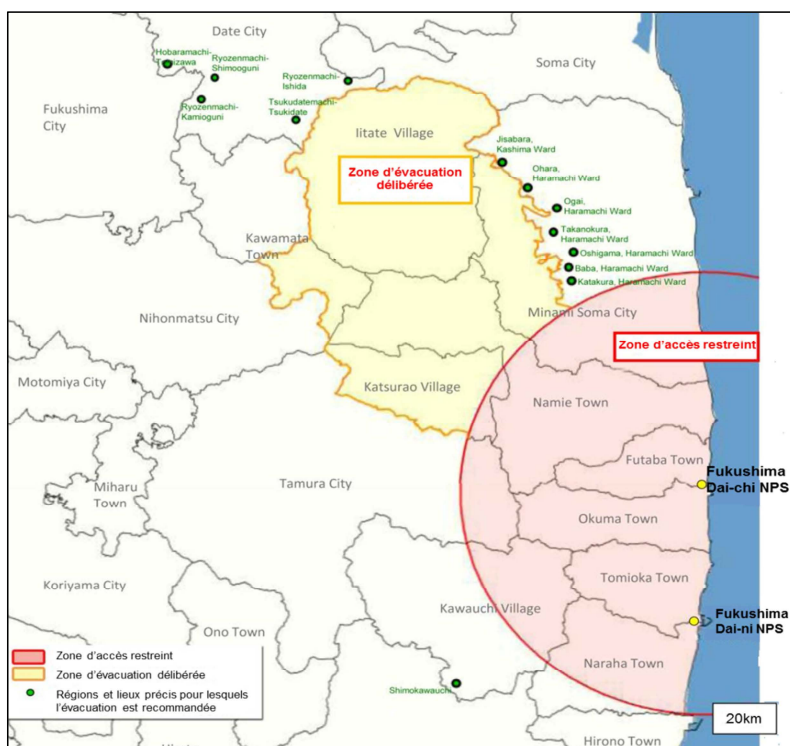


Figure 2. Reproduction autorisée par l'Agence de sûreté nucléaire et industrielle (NISA), Japon.

<sup>13</sup> Communiqué de presse de la TEPCO (17 avril 2011). Voir la page : <http://www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/11041707-e.html>.



13. Le 24 mai 2011, sur la base d'une décision des membres du cabinet du gouvernement japonais, le Comité d'enquête sur l'accident de Fukushima est convoqué, avec pour mission d'entreprendre une évaluation globale des causes de l'accident et des réponses qui ont été apportées immédiatement après sa survenue. Le Comité débute son enquête, ses évaluations et ses entretiens le 7 juin 2011 ; le 26 décembre 2011, il remet au cabinet un rapport provisoire et un résumé analytique fondés sur certaines de ses conclusions<sup>14</sup>. Il lui remettra le rapport complet en 2012.

14. Le 16 décembre 2011, les conditions à la centrale nucléaire de Fukushima s'améliorent et se stabilisent. Les opérateurs de la centrale placent les réacteurs à « l'arrêt à froid », ce que la TEPCO et le centre de conduite de l'intervention en cas d'urgence nucléaire définissent comme des conditions dans lesquelles : « 1) les températures au fond de la cuve sous pression des réacteurs et les températures à l'intérieur des enceintes de confinement primaire sont maintenues en dessous de 100°C environ ; et 2) le rejet de matières radioactives à l'extérieur des enceintes de confinement primaire est maîtrisé et l'exposition du public aux rayonnements en cas de rejet supplémentaire est réduite (l'objectif étant de ne pas dépasser 1 mSv/an aux limites du site) »<sup>15</sup>. La TEPCO concentrera désormais ses efforts sur la remédiation et le déclassé [3]<sup>16</sup>.

15. L'Agence communique les dernières mises à jour concernant la situation à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi sur son site web, à l'adresse suivante : <http://www.iaea.org/newscenter/focus/fukushima/>.

## A.2. L'intervention de l'Agence [4]



16. Moins d'une heure après le séisme qui a frappé la côte est de l'île de Honshu (Japon), et à la suite d'une notification de son Centre international pour la sûreté sismique (ISSC), le Système des incidents et des urgences (IES) de l'Agence est activé. Dans l'heure qui suit, le Centre des incidents et des urgences (IEC) entre en communication avec le point de contact officiel du Japon, vérifiant les informations et se renseignant sur la sûreté des installations nucléaires et des sources radioactives des catégories I, II et III.

---

<sup>14</sup> Résumé analytique du rapport provisoire du Comité d'enquête sur les accidents des centrales nucléaires de Fukushima de la Compagnie d'électricité de Tokyo. 26 décembre 2011. Voir <http://icanps.go.jp/eng/111226ExecutiveSummary.pdf>

<sup>15</sup> Voir le chapitre F (Limitation de l'exposition aux rayonnements) pour de plus amples informations sur cette question et sur d'autres sujets, activités et défis à venir liés à l'exposition professionnelle et à l'exposition du public.

<sup>16</sup> Voir le chapitre H (Déclassé, remédiation et solutions pour les déchets) pour un examen des questions, activités et défis futurs pendant cette phase.

17. Peu après cette communication, l'IEC est placé « en mode intervention complète »<sup>17</sup> et des membres de l'IES venant des différents départements de l'Agence sont appelés pour exécuter des fonctions cruciales à l'IEC, notamment des agents de liaison, des personnes chargées de l'information du public, des responsables de l'intervention d'urgence, des responsables de la logistique, des spécialistes techniques, ou des spécialistes de la communication. Plus tard, le jour de l'accident, l'Agence publie son premier rapport de situation sur le site web des conventions sur la notification rapide et sur l'assistance (ENAC). À partir de ce moment, des rapports d'étape sur l'état de la centrale et les conditions radiologiques sur le site de Fukushima Daiichi et les zones alentours, sont distribués aux États Membres deux fois par jour. Conformément aux responsabilités qui lui incombent au titre du JPLAN, le 11 mars 2011, l'Agence informe rapidement toutes les organisations internationales et active le JPLAN. Elle commence à coordonner l'intervention des organismes internationaux suite à l'accident de Fukushima, en particulier pour parvenir à une appréciation commune de la situation accidentelle et coordonner l'information du public.

18. En tant que principal point de contact de l'Agence, l'IEC reçoit du Japon des informations vérifiées, puis alerte les États Membres sur tous les événements importants survenus pendant la situation d'urgence<sup>18</sup>. Par ailleurs, ces rapports et les analyses techniques ultérieures constituent la base principale des réunions d'information des États Membres et de la presse que l'Agence commence d'organiser le 14 mars 2011 et qui se tiennent régulièrement jusqu'au 2 juin 2011.

19. Dès les premiers jours qui suivent l'accident, le Directeur général est en contact étroit avec le Secrétaire général de l'ONU, M. Ban Ki-Moon, en vue d'une coordination efficace entre les différentes organisations internationales. Il consulte aussi le Directeur général de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), le Secrétaire exécutif de l'Organisation du Traité d'interdiction complète des essais nucléaires (OTICE), le Directeur général de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et le Secrétaire général de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) pour une coordination efficace des activités.

20. Le 15 mars 2011, la première réunion de coordination de l'IACRNE est organisée (suivie de plusieurs vidéoconférences) pour informer les organisations internationales concernées de l'évolution de la situation, échanger des informations entre organisations internationales<sup>19</sup>, parvenir à une appréciation commune de la situation, examiner et coordonner les activités d'intervention et informer le public par des communiqués de presse communs.

21. Du 17 au 19 mars 2011, le Directeur général est à Tokyo pour obtenir des informations de première main sur l'accident, promettre le soutien total et l'assistance d'experts de l'Agence et transmettre les offres d'assistance de plus d'une douzaine de pays. Il rencontre le premier ministre japonais, M. Naoto Kan, le ministre des affaires étrangères, M. Takeaki Matsumoto, et le ministre de l'économie, du commerce et de l'industrie, M. Banri Kaieda, ainsi que de hauts responsables de la TEPCO et de la NISA. Il insiste sur l'importance de communiquer les informations officielles à l'Agence en temps utile et de continuer à faire preuve de la plus grande transparence.

---

<sup>17</sup> L'IEC a opéré en « mode intervention complète » (sept jours sur sept, 24 heures sur 24) du 11 mars au 3 mai 2011. Il a mis à profit l'expertise du personnel des six départements de l'Agence. Deux cent trente administrateurs et agents des services généraux de l'Agence se sont portés volontaires. En outre, des fonctionnaires japonais ont servi d'agents de liaison avec le Japon et ont prêté main forte pour les communications et les traductions.

<sup>18</sup> L'arrêt à froid étant maintenant atteint, l'IEC fournira désormais des rapports mensuels sur l'état de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi.

<sup>19</sup> Les participants aux vidéoconférences étaient les suivants : AEN, BCAAH, CE, FAO, OACI, OMI, OMM, OMS, OPS, PNUE et UNSCEAR. L'OMT et l'OTICE ont participé en qualité d'observateurs. En outre, la mission permanente du Japon a participé aux réunions à l'invitation du secrétaire de l'IACRNE.

22. Dans les premiers jours qui suivent l'accident nucléaire, il devient évident que les réacteurs et le combustible nucléaire usé risquent d'être gravement menacés. Compte tenu de la progression de l'accident, l'Agence constitue plusieurs équipes (l'Équipe de coordination pour l'accident de Fukushima (FACT), l'Équipe de la sûreté nucléaire de Fukushima (FNST) et l'Équipe des conséquences radiologiques de Fukushima (FRCT)) pour évaluer les questions clés liées à l'accident, coordonner son intervention et fournir en temps utile des informations exactes aux États Membres, aux médias et au public.

23. Lors des réunions de coordination de l'IACRNE, des activités convenues d'un commun accord sont confiées aux diverses organisations. Des groupes de travail spéciaux sont créés sur certaines questions, par exemple les questions relatives au transport<sup>20</sup> et à l'évaluation des doses. Des déclarations publiques communes<sup>21</sup> sont rédigées.

24. Les laboratoires de l'Agence sont impliqués très tôt. Son Laboratoire de l'environnement terrestre à Seibersdorf (Autriche) fournit des analyses, des informations et des conseils méthodologiques aux laboratoires du réseau ALMERA<sup>22</sup>. De leur côté, ces derniers réalisent des mesures par spectroscopie sur près de 100 échantillons prélevés au Japon pendant les différentes missions de l'Agence. Les Laboratoires de l'environnement marin de l'Agence à Monaco passent en revue les informations relatives aux effets sur la vie marine et sur les produits de la mer du rejet direct dans l'océan des milliers de tonnes d'eau contaminée radioactivement qui ont été utilisés pour refroidir les réacteurs de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi.

25. Le 4 mai 2011, une délégation des principales compagnies maritimes rencontre l'Agence et l'Organisation maritime internationale (OMI) pour discuter des moyens d'effectuer un contrôle radiologique des conteneurs dans les ports. Les compagnies maritimes reçoivent l'appui du réseau de l'Agence sur les refus d'expéditions.

26. En accord avec le gouvernement japonais, l'Agence effectue une mission pour établir les faits, déterminer les premiers enseignements à tirer de l'accident de Fukushima et partager ces informations avec la communauté nucléaire mondiale. Une équipe d'experts effectue à cette fin une mission d'information du 24 mai au 2 juin 2011. Elle reçoit des informations de nombreux ministères, organismes de réglementation nucléaire et exploitants nucléaires japonais compétents. Elle visite également trois centrales nucléaires touchées - Tokai Daini, Fukushima Daini et Daiichi - afin d'évaluer la situation de ces centrales et l'ampleur du dommage. Cette visite permet aux experts de parler au personnel d'exploitation et de voir les travaux de restauration et de remédiation en cours [2].

27. Les conclusions de cette mission sont partagées et examinées avec les experts et les responsables japonais, avant d'être communiquées à la Conférence ministérielle de l'AIEA sur la sûreté nucléaire, qui se tient, du 20 au 24 juin 2011, au Siège de l'AIEA, à Vienne (Autriche).

---

<sup>20</sup> Pour examiner les questions relatives au transport et au tourisme, l'IACRNE a facilité l'établissement d'un groupe de travail constitué comme suit : ACI, AIEA, IATA, OACI, OMI, OMM, OMS, OMT et ONU. Le groupe de travail a tenu des conférences téléphoniques régulières à partir du 17 mars 2011 et tout au long de l'accident. Il était présidé par l'OACI, et l'OMS a mis à disposition un site internet de partage de documents pour faciliter la collaboration.

<sup>21</sup> Des communiqués de presse communs ont été publiés par le groupe à plusieurs reprises, le premier, le 18 mars 2011, annonçant l'absence de restrictions aux voyages vers le Japon. Un autre communiqué de presse, le 1<sup>er</sup> avril 2011, réfutait des informations trompeuses données par la presse et cherchait à rassurer les voyageurs sur le fait que les concentrations de matières radioactives étaient très faibles.

<sup>22</sup> Le réseau ALMERA (laboratoires d'analyse pour la mesure de la radioactivité dans l'environnement) comprend actuellement 122 laboratoires de 77 États (<http://www.iaea.org/nael/page.php?page=2244>).

28. Lors de cette conférence, organisée par l'Agence pour faciliter les discussions sur les enseignements à tirer de l'accident de Fukushima et sur les mesures à prendre à l'avenir, une déclaration ministérielle est adoptée, dans laquelle les ministres, entre autres :

- « Pri[ent] le Directeur général de l'AIEA d'établir un rapport sur la Conférence ministérielle de l'AIEA sur la sûreté nucléaire de juin 2011 et un projet de plan d'action, sur la base de la déclaration [de la Conférence ministérielle], des conclusions et des recommandations des trois séances de travail, ainsi que de l'expertise et des connaissances qu'elles reflètent ; ainsi que de promouvoir la coordination et la coopération, selon que de besoin, avec les autres organisations internationales compétentes pour assurer le suivi des résultats de la Conférence, et de faciliter les consultations entre les États Membres sur le projet de plan d'action ; »
- « Pri[ent] le Directeur général de l'AIEA de présenter ce rapport et le projet de plan d'action couvrant tous les aspects pertinents ayant trait à la sûreté nucléaire, à la préparation et à la conduite des interventions d'urgence et à la protection des personnes et de l'environnement contre les rayonnements, ainsi qu'au cadre juridique international approprié, au Conseil des gouverneurs et à la Conférence générale de l'AIEA à leurs prochaines réunions en 2011 ; »
- « Engage[nt] le Conseil des gouverneurs et la Conférence générale de l'AIEA à prendre en compte les résultats de cette conférence dans leurs décisions et à appuyer la mise en œuvre efficace et rapide du plan d'action et l'affectation de ressources suffisantes à cet égard » [6].

29. Le 22 septembre 2011, à la 55<sup>e</sup> session ordinaire de la Conférence générale de l'Agence, les États Membres se félicitent de l'approbation par le Conseil du Plan d'action de l'AIEA sur la sûreté nucléaire. Ce dernier a été établi sur la base de la déclaration ministérielle, des conclusions et recommandations formulées lors des trois séances de travail de la Conférence ministérielle, de la lettre-rapport communiquée par le Groupe international pour la sûreté nucléaire (INSAG)<sup>23</sup> et des conclusions et enseignements figurant dans le rapport final de la Mission d'experts internationale d'information de l'AIEA. Il recense un certain nombre de propositions de mesures, dont 12 mesures principales composées chacune de divers éléments, visant à renforcer le cadre mondial de sûreté nucléaire. Le Plan d'action exige une intervention de l'Agence, de ses États Membres et d'autres parties prenantes [1].

30. Un rapport du Directeur général sur les premières avancées dans la mise en œuvre du Plan d'action est publié le 10 novembre 2011, préalablement à la réunion du Conseil des gouverneurs du 17 et 18 novembre 2011. Des efforts sont actuellement déployés pour mettre en œuvre les mesures, et un autre rapport d'étape du Directeur général sera publié préalablement à la réunion du Conseil qui doit se tenir en mars 2012 [7]<sup>24</sup>.

31. Suite à la contamination radiologique de vastes étendues de terres après l'accident de Fukushima, le gouvernement japonais entreprend d'élaborer une stratégie pour la mise en œuvre de contre-mesures aux fins de la remédiation de ces zones. À la demande du gouvernement, l'Agence envoie une mission internationale d'experts au Japon du 7 au 14 octobre 2011 pour aider à élaborer ces plans de remédiation. L'équipe, composée de douze experts internationaux et experts de l'Agence, se rend dans de nombreux endroits de la préfecture de Fukushima, dont le site de l'accident, la zone autour de la centrale thermique d'Haramachi, le village d'Iitate et la ville de Date où des projets de remédiation modèles sont en train d'être menés par l'équipe de décontamination de Fukushima et par l'Agence

---

<sup>23</sup> *Communication du Président du Groupe international pour la sûreté nucléaire (INSAG) en date du 26 juillet 2011* (document GOV/INF/2011/11 publié le 4 août 2011).

<sup>24</sup> L'Agence communique des mises à jour sur ses activités, missions et réunions relatives au Plan d'action sur la page suivante de son site web : <http://www.iaea.org/newscenter/focus/actionplan/>.

japonaise de l'énergie atomique (JAEA), afin de tester et d'évaluer l'efficacité d'un certain nombre de méthodes et technologies susceptibles d'être utilisées dans les stratégies de remédiation de l'environnement [8].

32. Dans son rapport de synthèse sur les constatations préliminaires, remis au gouvernement japonais, l'équipe de la mission présente, entre autres, les conclusions suivantes :

- Il est conseillé aux autorités japonaises d'envisager d'expliquer au public qu'il importe de se concentrer sur les doses de rayonnements qui peuvent effectivement être reçues par les individus plutôt que sur les données relatives aux niveaux de contamination ; et
- Le Japon est encouragé à poursuivre ses efforts de remédiation. Ce faisant, le pays est encouragé à prendre en compte les conseils prodigués par l'équipe de la mission. L'Agence est prête à soutenir le Japon dès lors qu'il envisage d'établir des critères nouveaux et appropriés pour de telles activités.

33. Le rapport final de la mission est remis au gouvernement japonais le 15 novembre 2011 [9]<sup>25</sup>.

### **A.3. Sûreté des sites**

#### **A.3.1. Évaluation des risques sur les sites**

34. La Mission d'experts internationale d'information de l'AIEA a identifié les questions à traiter dans le domaine de l'évaluation des risques sur les sites, comme l'adéquation des méthodes utilisées aujourd'hui pour évaluer les événements sismiques de faible probabilité/à haut risque, les effets des répliques successives de forte magnitude, et les impacts des forces hydrodynamiques générées par un tsunami sur les structures situées en bordure de littoral [2].

35. La méthodologie suivie actuellement pour évaluer les risques sismiques sur les sites de centrales nucléaires repose essentiellement sur des données sismiques préhistoriques, historiques et instrumentales. Elle tient également compte de la situation géologique et sismologique de la région qui abrite les sites. Ce modèle d'évaluation des risques extrapole les estimations calculées à l'aide de ces données pour prévoir les futurs séismes. Lorsqu'il y a peu de données disponibles, l'utilisation de ce modèle pour faire des prévisions d'événements très rares donne des résultats plus incertains. On relève les mêmes difficultés pour la prévision des tsunamis dus aux séismes. La gravité du risque de tsunami dépend de la magnitude du séisme: plus cette dernière est élevée, plus grave est le risque. Dans ce cas également, lorsqu'il n'y a pas suffisamment de données, extrapoler les estimations pour prévoir les risques de tsunami donne des résultats plus incertains.

36. Les répliques ne sont pas prises en compte dans la conception des centrales nucléaires car leur magnitude sismique est supposée faible. Or, dans le cas du Grand séisme de l'est du Japon, du 11 mars 2011, plusieurs répliques de forte magnitude (> 7.0) se sont enchaînées rapidement après la secousse principale. Cela montre qu'il faut réévaluer les effets des répliques de forte magnitude, pour établir le niveau de sûreté sismique du site d'une centrale nucléaire.

37. Le tsunami s'est accompagné de risques d'inondations et de forces hydrodynamiques, qui ont entraîné l'obstruction des systèmes de prise-rejet d'eau de mer par des débris et des sédiments. Ces risques ont mis en évidence de nouveaux aspects à prendre en considération pour ce qui est des inondations causées non seulement par un tsunami mais aussi par d'autres événements.

---

<sup>25</sup> Pour de plus amples informations sur ce sujet, voir le chapitre H (Déclassement, remédiation et solutions pour les déchets).


## Activités

38. D'après le Plan d'action de l'AIEA sur la sûreté nucléaire, la première mesure à prendre par les États Membres devrait être « [d'] évaluer les vulnérabilités de sûreté des centrales nucléaires à la lumière des enseignements tirés depuis la date de l'accident ». Cette évaluation inclut une évaluation nationale des risques extrêmes liés aux sites [1].

39. En 2010, le Centre international pour la sûreté sismique (ISSC) avait déjà commencé à mettre au point des documents d'orientation détaillés sur la sûreté des installations nucléaires vis-à-vis des risques externes dans le cadre de son programme extrabudgétaire<sup>26</sup>.

40. Le projet extrabudgétaire de l'ISSC visant à promouvoir la sûreté des installations dans les centrales nucléaires comprend dix domaines de travail, comme le montre le tableau 1. Dans les domaines de travail 1 et 5 (DT-1 et DT-5), avant le Grand séisme de l'est du Japon, on avait entamé l'étude des problèmes et difficultés généralement rencontrés lors de l'évaluation des risques extrêmes de mouvement sismique du sol et de tsunami liés à un séisme de forte magnitude.

TABLEAU 1. Projet extrabudgétaire de l'ISSC visant à promouvoir la sûreté des installations dans les centrales nucléaires – 10 domaines de travail.



DOMAINES DE TRAVAIL 1 à 10

DT1	Risques sismiques
DT2	Conception et qualification antisismiques
DT3	Évaluation de la sûreté sismique
DT4	Préparation et conduite des interventions en cas d'événements externes
DT5	Risques liés aux tsunamis
DT6	Risques volcaniques
DT7	Ingénierie de la protection contre le sabotage
DT8	Évaluation de sites et évaluation de la sûreté face aux événements externes
DT9	Système d'information et de notification
DT10	Communication avec le public, diffusion des enseignements tirés et création de capacités

41. Dans le domaine de travail 1, les premiers travaux ont consisté à évaluer des difficultés de prévision du risque de mouvement sismique du sol du fait d'événements externes très rares, en mesurant l'adéquation de la méthodologie suivie actuellement pour résoudre ces difficultés et pour examiner les implications de répliques successives de forte magnitude pour la sûreté sismique des centrales nucléaires.

42. Dans le domaine de travail 5, les premiers travaux ont consisté à évaluer la méthodologie suivie actuellement pour mesurer les risques d'inondation liés à un tsunami.

<sup>26</sup> Le rapport du Directeur général intitulé *Mesures pour renforcer la coopération internationale dans les domaines de la sûreté nucléaire et radiologique et de la sûreté du transport et des déchets* donne, à la section D (« Sûreté des installations nucléaires »), les détails complets de ce programme extrabudgétaire. Le document peut être téléchargé à l'adresse :

[http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC55/GC55Documents/French/gc55-15\\_fr.pdf](http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC55/GC55Documents/French/gc55-15_fr.pdf)

## **Enjeux futurs**

43. Les normes et méthodologies de sûreté de l'Agence doivent être révisées pour prendre en considération l'évaluation exhaustive du risque de mouvement sismique du sol et de tsunami pour les sites de centrales nucléaires. De plus, ces normes n'abordent pas actuellement l'évaluation du risque de mouvement du sol lié à de fortes répliques ni à des événements liés survenant après la secousse principale. Il n'existe pas non plus de méthode bien établie pour évaluer ce type de risque. Il importe donc d'élaborer des principes directeurs pour mettre au point une base de conception prenant en considération les répliques.

44. Il existe une méthodologie bien établie pour évaluer les risques d'inondation liés à un tsunami et les normes de sûreté de l'Agence abordent aussi cette question. En revanche, l'évaluation du blocage des systèmes de prise-rejet d'eau de mer dû à des forces hydrodynamiques et des sédiments/débris entraînés par un tsunami ou toute autre forme d'inondation n'est pas abordée et doit être établie.

### **A.3.2. Qualification et réévaluation de la conception vis-à-vis des risques externes**

45. Les vibrations sismiques extrêmes provoquées par le séisme ont dépassé les niveaux prévus dans la conception antisismique des tranches 2, 3 et 5 de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi. Les vagues du tsunami ont dépassé la hauteur des digues et des murs de protection prévue à la conception. Elle a provoqué l'effondrement de ces derniers ainsi que l'inondation de la plus grande partie du site de la centrale, entraînant des pannes de matériel, une perte de réseau et la perte de la source froide ultime<sup>27</sup> étant donné que le dispositif de prise d'eau de mer a été détruit. Les dommages potentiels d'une combinaison d'événements corrélés, comme des mouvements sismiques et des inondations dues à un tsunami, n'ont pas été envisagés dans les marges de sûreté de la conception de la centrale de Fukushima Daiichi. Les répliques se sont avérées plus dangereuses car les dommages causés à la structure par les explosions d'hydrogène avaient considérablement affaibli la résistance des bâtiments aux impacts de l'activité sismique ultérieure.

46. L'accident de Fukushima a montré que la conception des centrales nucléaires devrait inclure de plus grandes marges de sûreté pour prendre en considération l'impact potentiel maximal d'événements externes ainsi que les impacts conjugués d'événements corrélés comme les mouvements sismiques (incluant les répliques et les événements associés) et les tsunamis. Selon le rapport de la Mission d'experts internationale d'information de l'AIEA, il est essentiel d'examiner la question de la performance de l'installation pour ce qui est des mouvements sismiques du sol hors dimensionnement afin d'assurer qu'il n'y a pas d'« effet falaise »<sup>28</sup>, c'est-à-dire que, si un séisme légèrement plus important que le séisme de référence se produisait, on pourrait montrer qu'il n'y aurait aucune défaillance importante dans l'installation [2].

47. Le rapport souligne en outre que le concepteur devrait aussi envisager des événements hors dimensionnement afin de déterminer si l'on peut faire raisonnablement plus pour réduire les dommages potentiels, en particulier là où il peut y avoir des conséquences majeures.

---

<sup>27</sup> Une « source froide ultime » est essentiellement une source illimitée d'approvisionnement en eau pouvant être utilisée par des réacteurs nucléaires pour refroidir des systèmes vitaux et leur enceinte de confinement primaire lors des accidents (de dimensionnement) les plus graves.

<sup>28</sup> Un « effet falaise » est un « exemple de comportement extrêmement anormal causé par une transition brusque d'un état de la centrale à un autre suite à un léger écart d'un paramètre de la centrale », édition 2007 du glossaire de sûreté de l'AIEA. Voir : <http://www-ns.iaea.org/downloads/standards/glossary/safety-glossary-french.pdf>



## Activités

48. La Conférence ministérielle de l'AIEA sur la sûreté nucléaire tenue en juin 2011 a recommandé, entre autres, des examens systématiques de la sûreté des centrales nucléaires, notamment des hypothèses des bases de conception et des marges de sûreté pour les centrales proposées et existantes vis-à-vis des événements externes extrêmes [6].

49. Suite à cette recommandation, l'Agence a entrepris l'élaboration d'un document intitulé « External Event Design Safety Margin Evaluation (EE-DSME) Review Programme ». Il vise à donner des orientations sur le programme d'examen ayant trait à l'évaluation des marges de conception des centrales nucléaires par rapport aux risques externes et s'appuie sur les méthodologies d'examen harmonisées au plan international qui intègrent les critères énoncés dans les normes de sûreté de l'Agence, le cas échéant<sup>29</sup>.

50. Conformément au Plan d'action de l'AIEA sur la sûreté nucléaire, une méthodologie a été mise au point à l'intention des États Membres pour évaluer les vulnérabilités de sûreté des centrales nucléaires par rapport aux risques naturels extrêmes liés aux sites. Elle couvre l'estimation des risques liés aux sites et l'évaluation des marges de sûreté et de conception des centrales nucléaires vis-à-vis des risques externes, principalement les risques sismiques et les risques liés aux inondations [10].

51. Comme le montre le tableau 1, on a continué, dans les domaines de travail 6 et 8, d'élaborer des principes directeurs de sûreté détaillés pour évaluer la marge de sûreté vis-à-vis des risques externes. Ces principes directeurs couvrent les domaines suivants : évaluation des risques externes, comme les tsunamis, les événements volcaniques et les événements liés aux vents violents ; analyse probabiliste de la sûreté (APS) pour des événements externes comme les tsunamis, les inondations et les vents violents ; et l'intégration des risques pour déduire le risque global ou la marge de conception d'une centrale nucléaire soumise à l'impact d'événements multiples.

52. En novembre 2011, la Commission de la réglementation nucléaire des États-Unis (NRC) a publié le document intitulé *Design-Basis Flood Estimation for Site Characterization at Nuclear Power Plants in the United States of America* (NUREG/CR-7046)<sup>30</sup>, qui décrit les approches et les méthodes d'estimation de la crue de référence (CR) sur les sites de centrales nucléaires, ainsi que les modèles conceptuels qui peuvent être utilisés pour caractériser les inondations extrêmes sur le site ou à proximité du site d'une centrale nucléaire. Il comprend également un bref examen des recommandations de l'Agence concernant l'estimation de la crue de référence. Le programme de la NRC pour l'examen individuel de centrale en fonction des événements externes donne aussi de nombreuses informations sur la sûreté des centrales nucléaires vis-à-vis d'événements externes.

53. L'Agence pour l'énergie nucléaire de l'Organisation de coopération et de développement économiques (AEN de l'OCDE) a publié un certain nombre de documents sur la sûreté des centrales nucléaires vis-à-vis des événements externes. Ceux qui portent sur des domaines pour lesquels l'Agence n'a pas encore publié de document distinct présentent un intérêt particulier, comme les documents intitulés *Probabilistic Safety Analysis (PSA) of Other External Events than Earthquake* (document de l'AEN NEA/CSNI/R (2009) 4, paru le 5 mai 2009) et *Specialist Meeting on*

---

<sup>29</sup> Les documents correspondants de la collection Normes de sûreté de l'AIEA sont les suivants : *Sûreté des centrales nucléaires : conception* (NS-R-1, Vienne, 2000), *Sûreté des centrales nucléaires : exploitation* (NS-R-2, Vienne, 2000) et *Évaluation des sites d'installations nucléaires* (NS-R-3, Vienne, 2003), ainsi que leurs guides de sûreté.

<sup>30</sup> Ce document est disponible en ligne à l'adresse suivante : <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/nuregs/contract/cr7046/>.



*the Seismic Probabilistic Safety Assessment of Nuclear Facilities* (document de l'AEN NEA/CSNI/R(2007)14, publié le 14 novembre 2007)<sup>31</sup>.

## **Enjeux futurs**

54. Le Grand séisme de l'est du Japon a mis en évidence un certain nombre de problèmes dans le domaine de la conception, notamment pour ce qui est de la qualification antisismique, de la réévaluation de la sûreté et de l'évaluation des marges de conception des centrales nucléaires pour les risques externes. Deux approches pourraient permettre de régler ces problèmes, à savoir :

- Conduire des évaluations de la sûreté à la lumière des normes de sûreté de l'Agence, le cas échéant, et utiliser les informations provenant de documents publiés par d'autres organisations internationales et d'autres publications, dans les domaines où il n'y a pas d'orientations de l'Agence. Le document intitulé « External Event Design Safety Margin Evaluation (EE-DSME) Review Programme » et la méthodologie d'évaluation des vulnérabilités de sûreté des centrales nucléaires vis-à-vis des risques naturels extrêmes liés aux sites, tous deux mis au point actuellement par l'Agence, devraient être utiles à cet égard [10] ;
- Élaborer des documents d'orientation de l'Agence visant à donner des indications détaillées pour l'évaluation de tous les risques externes majeurs et de la sûreté des centrales nucléaires par rapport à ces risques et à leurs effets conjugués.

55. L'Agence dispose déjà d'un certain nombre de normes, guides et méthodologies en matière de sûreté qui traitent de la réévaluation d'une centrale nucléaire dans ce domaine, et précisement de l'évaluation des marges de conception, afin de prendre en considération les risques sismiques. Les documents intitulés *External Events Excluding Earthquakes in the Design of Nuclear Power Plants* (NS-G-1.5, Vienne, 2003) et *Seismic Design and Qualification for Nuclear Power Plants* (NS-G-1.6, Vienne, 2003) en font partie<sup>32</sup>. Il existe des méthodologies déterministes et probabilistes de réévaluation d'une centrale nucléaire pour les risques sismiques : elles sont examinées en détail dans le guide de sûreté intitulé *Evaluation of Seismic Safety for Existing Nuclear Installations* (NS-G-2.13, Vienne, 2009)<sup>33</sup>. Toutefois, ces normes, guides et méthodologies de sûreté ne tiennent pas compte de l'impact conjugué de la secousse principale et des répliques d'un séisme.

56. Un autre problème est qu'il n'existe aucune méthodologie bien établie ni aucun guide de sûreté de l'Agence dans le domaine de la réévaluation de la sûreté ou de l'analyse probabiliste de la sûreté (APS) relative aux événements externes pour évaluer les marges de conception des centrales nucléaires pour d'autres risques externes comme les inondations, les forces hydrodynamiques et le blocage de systèmes. En outre, il n'existe aucun critère d'évaluation des marges de conception pour les centrales nucléaires concernant les impacts conjugués d'événements corrélés tels que les mouvements sismiques et les inondations survenant après un tsunami ou une rupture de digue.

57. La spécification du test de résistance élaborée conjointement par l'Association des responsables des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest (WENRA) et le Groupe des régulateurs européens dans le domaine de la sûreté nucléaire (ENSREG) pour les centrales nucléaires au sein

---

<sup>31</sup> Ces deux documents sont disponibles en ligne, aux adresses suivantes : <http://www.oecd-nea.org/nsd/docs/2009/csni-r2009-4.pdf> et <http://www.oecd-nea.org/nsd/docs/2007/csni-r2007-14.pdf>

<sup>32</sup> Ces deux guides de sûreté sont disponibles en ligne, aux adresses suivantes : [http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1159\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1159_web.pdf) et [http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1158\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1158_web.pdf)

<sup>33</sup> Ce guide de sûreté est également disponible en ligne à l'adresse suivante : [http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1379\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1379_web.pdf)

de l'Union européenne prévoit aussi une évaluation des marges de conception. La méthodologie suivie actuellement pour la réévaluation de la sûreté et/ou l'évaluation des marges de conception des centrales nucléaires par rapport aux risques externes n'est pas complète et ne couvre pas de nombreux des problèmes susmentionnés. Toutefois, des efforts ont été entrepris pour mettre au point une méthode d'APS relative aux événements externes non sismiques<sup>34</sup>. Des informations sont disponibles dans des publications externes à l'Agence sur la façon de tenir compte des répliques dans les études probabilistes de sûreté sismique et les APS relatives aux événements externes conjugués<sup>35</sup>.

### **A.3.3. Évaluation aux fins de la sûreté : risques multiples sur les sites à plusieurs tranches/unités**

58. Un autre aspect essentiel mis en lumière par l'accident de Fukushima a trait à l'évaluation de la sûreté des sites qui comptent plusieurs tranches et d'autres installations nucléaires et qui sont soumis à des risques multiples corrélés. L'évaluation de la sûreté, déjà difficile pour un site à une seule tranche, est encore plus complexe pour un site à plusieurs tranches soumis à des risques multiples.

59. L'évaluation des sites est différente de l'évaluation de la sûreté. Elle porte sur les aspects importants liés à la sûreté et à l'environnement à examiner pour déterminer si les sites potentiels de centrales nucléaires ou d'autres installations nucléaires sont appropriés. Une évaluation de la sûreté est une évaluation détaillée du risque général et des risques associés à la combinaison site/centrale proposée.

60. On peut évaluer la sûreté d'un site à plusieurs tranches/unités vis-à-vis de risques multiples d'une part en additionnant les risques liés à chacune des tranches de la centrale et, le cas échéant, des unités des installations nucléaires et à des risques externes multiples, d'autre part en prenant en considération la défaillance de cause commune.

#### **Activités**

61. L'Agence a commencé à mettre au point un nouveau guide de sûreté intitulé *Safety Aspects in Siting for Nuclear Installations*. Cette publication donne les orientations indispensables pour choisir un site sûr pour les nouvelles installations nucléaires. Elle aborde en particulier la question des emplacements pour plusieurs tranches en ce qui concerne les risques multiples.

62. Dans le cadre des projets extrabudgétaires de l'ISSC, le groupe de travail chargé du domaine de travail 8 a entamé la rédaction de trois rapports de sûreté ayant trait à l'évaluation de la sûreté des sites à plusieurs unités (tant pour des centrales que pour des installations nucléaires) afin de tenir compte de l'impact des risques externes multiples.

63. Suite aux recommandations de la Conférence ministérielle de juin 2011, l'Agence a commencé à élaborer un document de travail intitulé *External Event Design Safety Margin Evaluation (EE-DSME) Review Programme*. Ce document, qui s'appuie sur une méthodologie harmonisée à l'échelle internationale, propose des principes directeurs pour l'examen de l'évaluation de la sûreté du site d'une centrale/installation nucléaire abritant plusieurs tranches/unités par rapport à des risques multiples. Le groupe de travail du DT-8 a également l'intention de le publier en tant que rapport de sûreté.

---

<sup>34</sup> K. Fleming, "On the Issue of Integrated Risk – A PRA Practitioners Perspective", voir : <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/commission/slides/2011/20110728/fleming-integrated-risk-paper.pdf>

<sup>35</sup> H. Tsutsumi, H. Nanaba, S. Motohashi, K. Ebisawa, « Development of seismic PSA methodology considering aftershock », Réunion de spécialistes consacrée à l'étude probabiliste de sûreté sismique des centrales nucléaires, Agence pour l'énergie nucléaire / Comité sur la sûreté des installations nucléaires, NEA/CSNI/R(2007)14.

## ***Enjeux futurs***

64. Lorsque l'Agence aura publié les nouvelles normes de sûreté et les documents d'orientation pour les sites à plusieurs tranches/unités en tenant compte de l'impact de risques externes multiples, le prochain défi sera de tirer parti de ces connaissances et d'autres connaissances pertinentes d'autres organisations internationales pour élaborer un programme d'examen complet pour l'évaluation de la sûreté des sites pour ce qui est des risques externes.

### **A.4. Gestion des accidents graves**

65. D'après le rapport de juin 2011 de la mission d'experts internationale d'information de l'AIEA au Japon, la destruction à grande échelle du site de Fukushima Daiichi et de ses structures, systèmes et composants (SSC) – en plus des mesures et des capacités des organismes exploitants et de l'appui externe pour gérer l'accident – s'est révélée cruciale dans l'évolution de l'accident de Fukushima. La perte totale des systèmes d'alimentation réseau, des sources froides et des systèmes de sûreté technique, les dispositions inadéquates de gestion des défaillances multiples de la centrale, et l'insuffisance et l'inefficacité des procédures et de la protection radiologique sur site en cas d'accident grave, ne sont que certains des facteurs de l'accident de Fukushima sur lesquels des enseignements doivent être tirés en ce qui concerne la gestion des accidents graves [2]. Les conclusions générales tirées de diverses missions de sûreté effectuées après cet accident ont confirmé que certains des problèmes constatés au site de Fukushima Daiichi existent aussi dans d'autres centrales nucléaires.

66. Les programmes de gestion des accidents graves développent les mesures existantes concernant la conception, les aspects techniques, l'exploitation, et la préparation et la conduite des interventions d'urgence pour faciliter la gestion des accidents allant au-delà des accidents de dimensionnement d'un réacteur – ces situations dures et difficiles de centrales allant du phénomène physique et des conditions prévalant à la centrale aux aspects d'exploitation difficiles à prévoir en détail.

67. En outre, comme souligné dans le rapport de juin 2011 de la mission d'experts internationale d'information de l'AIEA au Japon, des accidents graves peuvent être dus à une variété de causes, et les enseignements tirés de celui de Fukushima s'appliqueront généralement à toutes les centrales nucléaires.

68. L'établissement d'un programme de gestion des accidents graves permettra aux travailleurs participant à la gestion d'un accident d'avoir la formation, les connaissances des procédures et les ressources nécessaires pour pouvoir efficacement :

- prévenir l'escalade d'un accident de réacteur afin que le cœur du réacteur ne subisse pas de dommages graves ;
- atténuer les effets d'un accident lorsque le cœur du réacteur est gravement endommagé ;
- prévenir ou atténuer les effets des expositions accidentelles des travailleurs et du public aux matières radioactives, ainsi que des rejets accidentels de ces matières dans l'environnement ; et
- amener le réacteur dans un état contrôlé, stable et sûr aussi rapidement que possible.

## ***Activités***

69. Dans le cadre du Plan d'action de l'AIEA sur la sûreté nucléaire, l'Agence a élaboré une méthodologie pour évaluer les vulnérabilités de la sûreté des centrales nucléaires en ce qui concerne les risques naturels extrêmes spécifiques des sites [10]. Cette méthodologie fournit le cadre pour l'évaluation exhaustive de programmes de gestion des accidents graves couvrant les problèmes et les conditions spécifiques des risques extrêmes. En outre, l'Agence a aidé les États Membres dans l'élaboration et la mise en œuvre de leurs programmes nationaux pour l'évaluation de la sûreté (« essais de contraintes ») de leurs centrales nucléaires.

70. Le service d'examen des programmes de gestion des accidents (RAMP) a été modifié par l'intégration de la méthodologie appliquée dans les cas d'accidents graves causés par des risques extrêmes. Les aspects exploitation de la gestion des accidents graves ont été introduits dans le service de l'Équipe d'examen de la sûreté d'exploitation (OSART) en tant que norme et domaine spécifique d'examen. La planification et la préparation des interventions d'urgence constitueront aussi un domaine standard d'examen essentiel dans les futures missions OSART. En outre, l'Agence est en train d'examiner et de renforcer ses normes de sûreté et ses services de sûreté dans la gestion des accidents graves.

71. L'Association mondiale des exploitants nucléaires (WANO) est aussi en train de renforcer les services d'examen par des pairs dans les domaines ci-dessus.

## ***Enjeux futurs***

72. Les constatations combinées des missions OSART et RAMP et les examens par des pairs de la WANO indiquent actuellement que les programmes de gestion des accidents graves des centrales nucléaires ne sont pas suffisamment exhaustifs et ne couvrent pas toujours tous les aspects nécessaires pour être vraiment efficaces. Le niveau moyen de préparation et la capacité d'atténuer les accidents graves des centrales nucléaires examinées doivent être encore renforcés.

73. Par ailleurs, ces missions ont constaté que les organismes de réglementation n'avaient pas intégralement appliqué les normes de sûreté de l'Agence relatives aux accidents graves. En conséquence, les exploitants de centrales ne les connaissaient pas pleinement et ne pouvaient pas suivre dans la pratique leurs recommandations.

74. En outre, des travaux de recherche systématiques s'avèrent nécessaires pour examiner adéquatement les situations et les questions de sûreté liées aux risques naturels extrêmes, y compris :

- la mise en place de procédures appropriées d'urgence et d'orientations pour la gestion des accidents graves ;
- l'impact sur les conditions générales des sites de centrale en termes d'accessibilité du site et de différentes parties de la centrale, de disponibilité des infrastructures (communication, éclairage, etc.), et l'impact des niveaux de dose de la radioactivité qui pourraient entraver les efforts de travail et le déploiement d'appui externe ;
- l'impact potentiel sur l'habitabilité et les conditions des zones pertinentes d'opération, telles que la salle de commande et le centre d'appui technique ;
- les dégâts ou les conditions des SSC qui, dans les conditions accidentelles, pourraient limiter la performance du matériel nécessaire pour le succès des mesures de gestion des accidents, en particulier l'impact sur les instruments sur lesquels se base l'exploitant pour prendre des mesures ;

- les situations limitantes qui pourraient se produire et empêcher ou entraver les mesures de redressement avant une défaillance des barrières de confinement de la radioactivité.

## **A.5. Efficacité de la réglementation**

75. Les organismes de réglementation nucléaires sont créés pour veiller à ce que les activités nucléaires soient effectuées de manière sûre et sécurisée en vue de la protection du public et de l'environnement. Dans son résumé et ses conclusions relatifs aux travaux de la Conférence internationale sur des systèmes de réglementation nucléaire efficaces, tenue à Moscou (Fédération de Russie), du 27 février au 3 mars 2006, le Président de la Conférence souligne que l'organisme de réglementation est efficace lorsqu'il s'assure qu'un niveau acceptable de sûreté est maintenu, prend des mesures appropriées pour prévenir la dégradation de la sûreté, prend des mesures pour promouvoir des améliorations de la sûreté, s'acquitte de ses fonctions réglementaires en temps voulu et de manière efficiente et s'efforce de s'améliorer lui-même, et d'améliorer l'industrie et les autres utilisateurs de la technologie nucléaire<sup>36</sup>.

76. À cet égard, les enseignements et les conclusions tirés de l'accident de Fukushima, tels que présentés au paragraphe 15 du rapport de juin 2011 de la Mission d'experts internationale d'information de l'AIEA, sont notamment les suivants :

- les systèmes de réglementation nucléaire devraient veiller à ce que l'indépendance réglementaire et la claire définition des rôles soient préservées en toutes circonstances conformément aux normes de sûreté de l'AIEA ;
- les prescriptions et les orientations réglementaires devraient être actualisées en tenant compte de l'expérience acquise et des données recueillies au cours du Grand séisme et tsunami de l'est du Japon, en respectant les prescriptions et en utilisant aussi les critères et les méthodes recommandées par les normes de sûreté de l'AIEA pertinentes pour faire face à tous les aspects des séismes, des tsunamis et des inondations externes et, d'une manière générale, à tous les événements externes connexes ;
- une mission de suivi de la mission IRRS de 2007 [Service intégré d'examen de la réglementation] devrait être effectuée à la lumière des enseignements à tirer de l'accident de Fukushima et des conclusions ci-dessus pour appuyer tout développement futur du système de réglementation nucléaire du Japon [2].

### **Activités**

77. Le troisième atelier sur les enseignements tirés du Service intégré d'examen de la réglementation (IRRS) s'est tenu à Washington, DC, du 26 au 28 octobre 2011. Les participants ont discuté des méthodes destinées à renforcer le processus d'examen international par des pairs et approuvé l'incorporation du module spécifique Fukushima Daiichi aux modules des missions IRRS existants. Ils ont en outre souligné la nécessité de faire preuve de souplesse étant donné que la collecte d'informations se poursuit sur cet accident, et suggéré qu'il fallait de trouver des synergies dans les programmes complémentaires portant aussi sur ces questions, comme les missions de l'Équipe d'examen de la sûreté d'exploitation (OSART), la Convention sur la sûreté nucléaire, et la Convention commune.

---

<sup>36</sup> Le résumé et les conclusions de la Conférence sont disponibles en ligne à l'adresse : <http://www-pub.iaea.org/MTCD/Meetings/PDFplus/cn150/PresidentReport.pdf>.

78. Les éléments essentiels des enseignements tirés des missions IRRS conduites en 2006-2010 ont été présentés à cet atelier. Le présent rapport comprend aussi des données de 2011. Au total, l'Agence a conduit en tout 36 missions IRRS (y compris les missions de suivi) dans les États Membres ayant des installations nucléaires ainsi que des installations radiologiques. La figure 3 montre la répartition annuelle de ces missions et des missions de suivi en 2011.



FIG. 3. Nombre de missions IRRS effectuées de 2006 à 2011 dans des installations nucléaires, y compris des installations radiologiques.

79. L'analyse et les tendances des recommandations et des suggestions des domaines de base et thématiques ont aussi été présentées et discutées au cours de l'atelier. Le présent rapport contient aussi des informations sur les tendances pour 2011. Les 36 missions effectuées dans des centrales nucléaires ont élaboré quelque 498 recommandations, 251 suggestions et 160 pratiques optimales mises à la disposition des organismes de réglementation<sup>37</sup>. Les constatations et les tendances générales sont présentées à la figure 4.

<sup>37</sup> Lors des examens par des pairs de l'Agence, une équipe d'examen élabore des « recommandations » lorsqu'elle considère qu'un aspect pertinent d'une norme de sûreté de l'Agence n'est pas pleinement appliqué. Une équipe d'examen formule des « suggestions » chaque fois qu'elle constate qu'il n'y a pas d'écart par rapport à une norme de l'Agence mais que des améliorations pourraient être apportées. Une équipe d'examen attire l'attention sur des « pratiques optimales » chaque fois qu'elle considère que celles-ci pourraient être reprises par d'autres organismes de réglementation pour améliorer leur système de réglementation et que le partage de ces pratiques avec d'autres organismes de réglementation sera bénéfique.

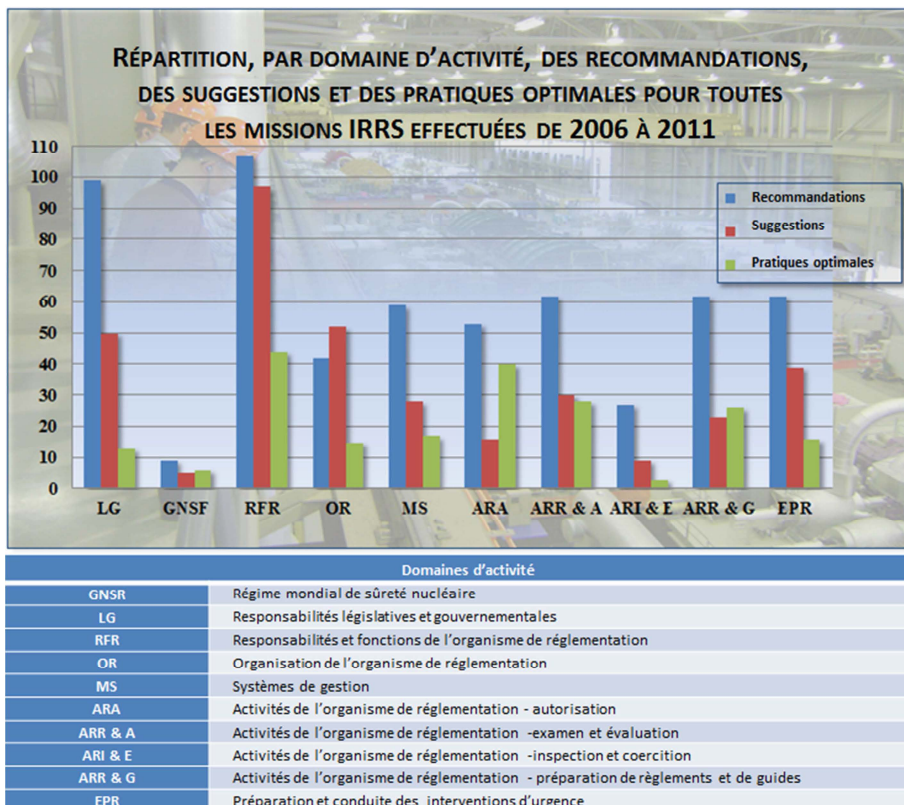


FIG. 4. Tendances générales tirées des 36 missions IRRS effectuées de 2006 à 2011.

80. Les cinq domaines principaux sur lesquels portent les recommandations et les suggestions étaient les suivants : responsabilités et fonctions de l'organisme de réglementation (RFR) ; — responsabilités législatives et gouvernementales (LG) ; — préparation et conduite des interventions d'urgence (EPR) ; — activités de l'organisme de réglementation – examen et évaluation (ARR & A) ; et activités de l'organisme de réglementation – préparation de règlements et de guides (ARR & G). Les domaines comme les activités de l'organisme de réglementation – autorisation (ARA), et le système de gestion (MS) ont aussi fait l'objet d'un nombre important de recommandations.

81. Les missions d'examen ont aussi souligné que les systèmes de réglementation nucléaire devraient, conformément aux normes de sûreté de l'Agence, veiller à préserver l'indépendance réglementaire et à clarifier les rôles en toutes circonstances. Depuis l'accident de Fukushima en mars 2011, le gouvernement japonais s'emploie activement à renforcer et à consolider l'infrastructure nationale de sûreté nucléaire, à séparer l'organisme de réglementation de l'ancien cadre gouvernemental et à fusionner divers organismes dont les responsabilités se chevauchent.

82. La Conférence ministérielle de l'AIEA sur la sûreté nucléaire de juin 2011 a renforcé les constatations de l'IRRS et conclu que l'existence d'organismes de réglementation crédibles, compétents et indépendants constituait un élément essentiel de la sûreté nucléaire. Tous les pays ont été encouragés à renforcer leurs organismes de réglementation et à faire en sorte qu'ils soient vraiment indépendants, avec des rôles clairs et des pouvoirs appropriés, en toutes circonstances, et dotés d'un personnel bien formé et expérimenté.



83. À la lumière de l'accident de Fukushima, et comme conséquence immédiate des enseignements tirés, l'Agence a élargi la portée des missions IRRS pour y inclure un « module Fukushima » spécial en vue d'un examen ciblé de l'infrastructure réglementaire nationale par rapport aux normes de sûreté de l'Agence. L'examen porte sur les mesures prises par l'organisme de réglementation après l'accident, celles prévues à long terme et les implications des enseignements tirés de cet accident pour les activités de base de l'organisme de réglementation. Ce module a été utilisé avec succès au cours des missions IRRS et des missions de suivi conduites depuis l'accident.

### ***Enjeux futurs***

84. Il ressort du résumé général des constatations des missions IRRS que les organismes de réglementation continuent d'être confrontés à des problèmes notamment en ce qui concerne : a) l'intégration plus étroite de la sûreté et de la sécurité en raison de l'environnement de sécurité changeant ; b) la réglementation de l'utilisation croissante des matières radioactives (par exemple les difficultés rencontrées dans la réglementation de l'exposition des patients à des fins médicales et celles liées au fait que les nouvelles technologies devancent souvent les niveaux de ressources réglementaires nécessaires pour évaluer et confirmer leur sûreté) ; c) le maintien de la transparence dans la prise de décisions en matière de réglementation ; d) la préservation de l'indépendance des organismes chargés de promouvoir l'utilisation de l'énergie nucléaire ; et e) l'existence d'un vivier adéquat de personnel compétent disponible pour s'acquitter des responsabilités réglementaires. Ces questions ne peuvent être résolues rapidement et nécessiteront une diligence continue de la part des organismes de réglementation pour permettre l'utilisation sûre et sécurisée de l'énergie nucléaire.

85. Sur la base des conclusions et des recommandations de la Conférence ministérielle, le Plan d'action de l'AIEA sur la sûreté nucléaire encourage les États Membres à :

- accueillir volontairement et régulièrement des missions IRRS pour évaluer leur cadre national et recevoir une mission de suivi dans les trois ans suivants la mission IRRS principale ;
- conduire rapidement un examen national pour, entre autres, confirmer l'indépendance fonctionnelle de leurs organismes de réglementation et veiller à ce que leurs ressources financières et humaines (techniques et scientifiques) soient à des niveaux adéquats pour leur permettre de s'acquitter de leurs responsabilités.

86. Le renforcement de la confiance du public dans la sûreté nucléaire va de pair avec le renforcement de cette confiance dans les organismes de réglementation. L'introduction de mesures sur les enseignements tirés de l'accident de Fukushima nécessite un engagement national et en matière de réglementation, une planification minutieuse et du temps pour la mise en œuvre, ainsi qu'une communication ouverte et transparente avec le public au cours du processus.



## B. Gestion de la préparation et de la conduite des interventions d'urgence



### B.1. Tendances et problèmes

87. La publication « *Préparation et intervention en cas de situation d'urgence nucléaire ou radiologique* » (collection Normes de sûreté de l'AIEA n° GS-R-2, Vienne, 2002), élaborée sous les auspices de plusieurs organisations internationales, énonce les prescriptions à suivre par les États Membres pour préparer et conduire les interventions d'urgence. En décembre 2011, l'Agence a analysé les résultats des examens de la préparation aux situations d'urgence (EPREV) et les aspects réglementaires de la préparation et de la conduite des interventions d'urgence dans le cadre des missions du Service intégré d'examen de la réglementation (IRRS), et elle a formulé les conclusions suivantes en ce qui concerne le niveau général de conformité à la norme de sûreté GS-R-2 :

- Coordination et coopération : il faut renforcer encore la coordination et la coopération nationales entre les divers organismes publics chargés de préparer et de conduire les interventions d'urgence<sup>38</sup> ;
- Notification et échange d'informations en cas d'urgence : dans un certain nombre d'États Membres, on a relevé des faiblesses dans les procédures de notification et d'échange d'informations avec différentes parties prenantes en cas d'urgence ;
- Plans d'intervention d'urgence : il est nécessaire d'améliorer les plans d'intervention d'urgence au niveau local et, parfois, au niveau national. En outre, dans certains États Membres, il n'y a pas de plan d'intervention d'urgence en vigueur et les responsabilités connexes ne sont pas clairement attribuées aux divers organismes d'intervention et consignées ;
- Organismes de réglementation : dans plusieurs États Membres, on a relevé des insuffisances au niveau des compétences<sup>39</sup>, des infrastructures<sup>40</sup> et des programmes d'exercices d'intervention d'urgence des organismes de réglementation ;

---

<sup>38</sup> Par exemple, entre les autorités sanitaires et les autorités compétentes recensées en vertu de la Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire et de la Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique.

<sup>39</sup> On relève notamment des insuffisances en ce qui concerne les prescriptions fonctionnelles suivantes : mise en place de la gestion et des opérations en cas de situation d'urgence ; identification, notification et activation ; mise en œuvre des actions d'atténuation et des actions protectrices urgentes ; protection des membres d'une équipe d'intervention ; et évaluation de la phase initiale.

<sup>40</sup> Par exemple, les plans et procédures d'intervention d'urgence sont inappropriés ou inexistants, les activités de formation, les exercices et l'appui logistique sont insuffisants.

- Évaluation de la menace : de nombreux États Membres n'ont pas effectué de manière satisfaisante une « évaluation de la menace » systématique de toutes les installations concernées, conformément aux catégories de menaces définies dans la publication GS-R-2 de l'Agence ;
- Programmes de formation : les programmes de formation des premiers intervenants présentent des lacunes ; celles-ci sont importantes dans certains États Membres.

88. En cas d'incident ou d'urgence, une communication efficace est cruciale car elle détermine la perception qu'ont le public et les médias d'un événement, de ses conséquences et de sa gestion. À l'étape de la préparation, les États Membres devraient élaborer des orientations claires sur le processus de communication à suivre en cas d'incident ou d'urgence et sur le rôle joué par les pays et les organisations internationales, conformément à la Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire. L'Agence met actuellement en œuvre des dispositions qui permettront aux Parties à cette convention et aux États Membres d'échanger des informations à la suite d'une urgence nucléaire grave.

89. Le document d'orientation de l'Agence intitulé « Emergency Notification and Assistance Technical Operations Manual » (ENATOM) est en usage et tenu à jour depuis plusieurs d'années et il fait l'objet d'une promotion active. Le processus de communication entre les organisations internationales est décrit dans le Plan de gestion des situations d'urgence radiologique commun aux organisations internationales. Les processus de communication décrits dans ces deux documents sont régulièrement appliqués dans le cadre des exercices ConvEx depuis de nombreuses années. Ces deux documents sont en cours de révision et intégreront les enseignements tirés de l'accident de Fukushima.

90. Les États Membres et les organisations internationales doivent avoir la même base de connaissances et d'expériences pour que l'échange d'informations soit efficace, et disposer des ressources et outils appropriés pour pouvoir mettre en œuvre le processus de communication. Il est cependant déjà arrivé que des utilisateurs des systèmes de communication d'urgence de l'Agence ne sachent ou ne puissent utiliser les outils de communication disponibles, comme le web, les télécopies ou les courriels.

91. L'Échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques (INES) est un outil d'auto-notification utilisé par les États Membres pour évaluer l'importance pour la sûreté d'un événement nucléaire ou radiologique. Elle va du classement « en dessous de l'échelle/niveau 0 », qui indique une situation sans conséquence sur la sûreté, au « niveau 7 », qui correspond à un accident majeur entraînant une contamination de grande ampleur. Elle permet d'évaluer un incident ou un accident ponctuel. Le manuel INES ne traite pas de la difficulté accrue d'évaluer des sites à plusieurs tranches exposées au fil du temps à des risques graves multiples.

92. S'agissant de l'accident de Fukushima Daiichi, l'Agence de sûreté nucléaire et industrielle (NISA) du Japon a, dans un premier temps et sur la base des données disponibles concernant les conditions du site le 11 mars, provisoirement classé l'événement au niveau 3 de l'échelle INES (« incident grave »). Le 18 mars, le classement des tranches 1, 2 et 3 a été relevé au niveau 5, qui est décrit dans la méthodologie INES comme un « accident ayant des conséquences étendues ». Parallèlement, la tranche 4 a été classée au niveau 3 (« incident grave »). Le 11 avril, la NISA a classé l'événement au niveau 7 de l'échelle INES, considérant la totalité du rejet estimé de matières radioactives dans l'atmosphère sur le site de Fukushima Daiichi, plutôt que l'accident à chacun des réacteurs pris isolément.

93. En ce qui concerne la situation à la centrale de Fukushima Daiichi, qui se caractérise par des rejets émis par plusieurs réacteurs et d'autres facteurs multidimensionnels survenus en l'espace de quelques semaines, la Conférence ministérielle sur la sûreté nucléaire de juin 2011 a conclu

qu'« il était nécessaire d'examiner et d'améliorer l'échelle INES pour la rendre plus efficace du point de vue des communications ».

## **B.2. Activités**

94. En 2011, l'Agence a rationalisé les communications en cas d'incident ou d'urgence en concevant et en mettant en place un nouveau système web de communication, le Système unifié d'échange d'informations en cas d'incident ou d'urgence (USIE). L'USIE est une plateforme commune de notification d'incidents et de situations d'urgence. Par rapport à l'ancien système web de communication d'urgence, il propose des moyens de notification renforcés, un système d'alerte amélioré, des ressources pour les communications bilatérales directes et une plateforme plus sécurisée. Il est parfaitement compatible avec les services web reposant sur les normes pour l'échange international d'informations sur les rayonnements (IRIX), élaborées par l'Agence et ses partenaires. Les progrès récemment réalisés dans le domaine des communications d'urgence, tels que la création de l'USIE et du système mondial de communications mobiles (GSM), permettent une plus grande utilisation des diverses voies de communication disponibles sur Internet.

95. Le Secrétariat a entrepris d'examiner l'emploi qui a été fait de l'INES comme outil de communication. Le Comité consultatif de l'INES y a apporté sa contribution lors d'une réunion tenue au Secrétariat le 10 octobre 2011. Il a suggéré d'élaborer des recommandations supplémentaires sur l'emploi de l'INES en cas d'accident nucléaire grave.

96. L'EPREV est un service fourni par l'Agence pour évaluer le niveau de préparation des États Membres aux situations d'urgence nucléaire et/ou radiologique. Six missions EPREV ont été effectuées en 2011 en Albanie, en Estonie, en Fédération de Russie, en Géorgie, en Lettonie et au Pakistan.

## **B.3. Enjeux futurs**

97. On a souligné les difficultés rencontrées pour communiquer avec certains États Membres durant les activités d'intervention déclenchées à la suite de l'accident de Fukushima, un pourcentage relativement élevé de télécopies n'ayant pu être transmises. Les États Membres enregistrés à l'USIE peuvent recevoir des messages d'alerte par différentes voies de communication : téléphone mobile, courriel et télécopie. Les utilisateurs peuvent aussi consulter le site web de l'USIE pour obtenir toute information relative aux urgences donnée par l'Agence. À ce jour, 63 % des 134 États Membres ayant désigné des points de contact doivent s'enregistrer à l'USIE pour pouvoir recevoir des messages d'alerte par le biais de cette plateforme, comme l'indique la figure 5. Si ces États Membres ne s'enregistrent pas, les points de contact désignés recevront tout de même une télécopie à chaque fois que le Secrétariat enverra un message d'alerte.

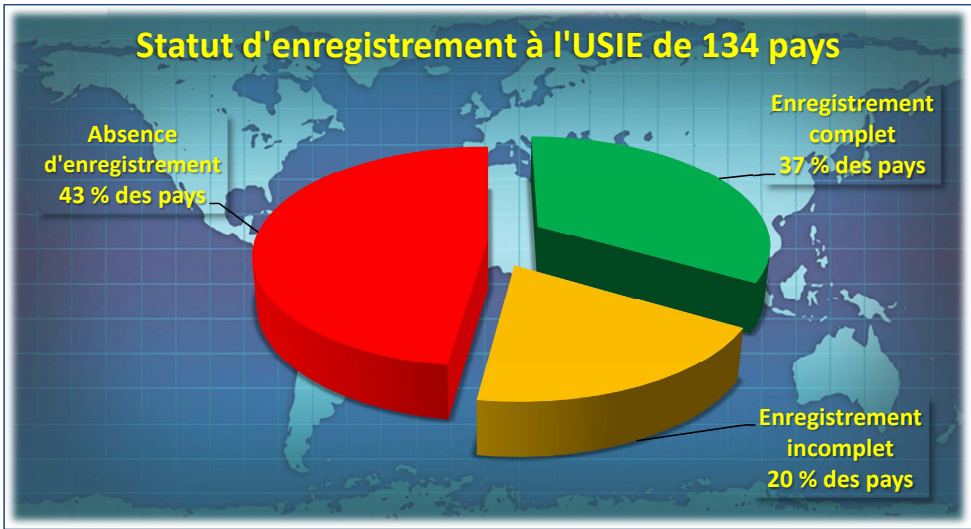


FIG 5. Statut d'enregistrement à l'USIE au 1<sup>er</sup> janvier 2012.

98. Cependant, aucun outil de communication ou logiciel/matériel ne peut remplacer la formation ni l'expérience des exploitants. Le processus de formation aux communications en cas d'incident ou d'urgence doit être renforcé dans un grand nombre d'États Membres et d'organisations internationales. Cette formation est nécessaire, non seulement dans les pays en développement et dans les pays lançant un programme électronucléaire, mais aussi dans ceux qui ont l'expérience de tels programmes. Elle doit se traduire par un taux de participation élevé aux exercices ConvEx.

99. La méthodologie d'autoévaluation de l'AIEA pour la préparation et la conduite des interventions d'urgence vise à analyser les dispositions et capacités nationales de préparation et de conduite des interventions d'urgence au regard des prescriptions internationales en la matière. L'analyse de ces informations montre que les États Membres ne cessent d'améliorer leurs dispositions et capacités en matière de préparation et de conduite des interventions d'urgence ; toutefois, des problèmes persistent sur certains de ces points.

100. Dans le Plan d'action de l'AIEA sur la sûreté nucléaire, le Secrétariat, les États Membres et les organisations internationales compétentes sont priés d'examiner et de renforcer le cadre international de préparation et de conduite des interventions d'urgence. Les défis à relever sont les suivants : 1) tirer des informations des autoévaluations effectuées puis harmoniser les résultats au niveau mondial en élaborant un programme de préparation et de conduite des interventions d'urgence renforcé, cohérent, largement accepté et compris ; 2) améliorer l'application effective des instruments juridiques et des dispositions opérationnelles portant sur la préparation et la conduite des interventions d'urgence.

## C. Examen des aspects de la sûreté et de la gestion à long terme des centrales nucléaires et des réacteurs de recherche vieillissants

### C.1. Tendances et problèmes dans la gestion de la sûreté des centrales nucléaires vieillissantes



101. De nombreux exploitants dans le monde ont entrepris d'exploiter des centrales nucléaires au-delà de leur durée de vie nominale initiale ou ont exprimé leur intention de le faire. Si le parc d'installations nucléaires vieillissant permet de produire de l'électricité de façon sûre, économique et fiable, les exploitants et les responsables de la réglementation qui optent pour une exploitation à long terme doivent faire une analyse minutieuse des aspects de la sûreté liés aux facteurs de vieillissement de composants clés jugés irremplaçables. En outre, l'exploitation à long terme exige des exploitants et des responsables de la réglementation qu'ils évaluent et traitent les questions techniques, économiques, de réglementation et d'autorisation, toutes interdépendantes, dont dépend la qualité des programmes de gestion du vieillissement.

102. Le vieillissement peut être décrit comme la dégradation continue du matériel liée au temps provoquée par les conditions de service, y compris les conditions de fonctionnement normal et les conditions transitoires. Ce processus peut influencer sur la capacité des structures, systèmes et composants (SSC) de sauvegarde à remplir les fonctions requises. La vitesse du vieillissement dépend largement des conditions de service et de la sensibilité du matériel à ces dernières. Le vieillissement des centrales nucléaires peut compromettre la sûreté et réduire les marges de sûreté si des activités de détection ou des mesures correctives ne sont pas mises en place avant la dégradation ou la perte de capacité fonctionnelle des SSC clés. Or la gestion du vieillissement permet une approche programmatique intégrée de la planification et du suivi de la performance et de la sûreté des centrales nucléaires à mesure qu'elles vieillissent<sup>41</sup>.

103. À la fin de 2011, 32 % des 435 centrales nucléaires en exploitation dans le monde avaient plus de 30 ans et 5 % étaient en service depuis plus de 40 ans. On attend de plus en plus des réacteurs de recherche anciens qu'ils réalisent des objectifs de sûreté plus ambitieux, se rapprochant des objectifs des modèles de réacteurs récents. Les exploitants de centrales nucléaires anciennes doivent donc prendre en compte les préoccupations quant à leur capacité de répondre à ces attentes et de continuer à satisfaire de façon économique et efficace les besoins énergétiques des États Membres. On se demande toutefois si le parc d'installations nucléaires vieillissant peut honorer de tels objectifs et continuer à répondre de manière économique et efficace aux besoins énergétiques des États Membres.

---

<sup>41</sup> *Ageing Management for Nuclear Power Plants* (Collection Normes de sûreté de l'AIEA n° NS-G-2.12, Vienne, 2009).

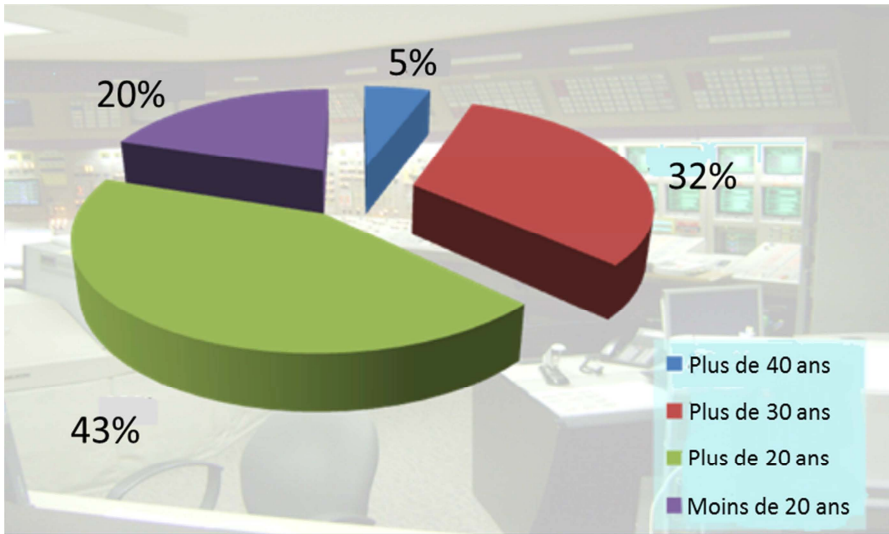


FIG.6. Le parc d'installations nucléaires vieillissant mondial.

104. Face au vieillissement des installations nucléaires existantes, il est impératif de recueillir des données internationales sur l'expérience d'exploitation et les problèmes importants pour la sûreté, et d'assurer le retour d'informations ; c'est un moyen essentiel et rentable d'éviter que des événements analogues liés à la sûreté ne s'aggravent ou ne se reproduisent dans d'autres centrales nucléaires.

105. Exploité conjointement par l'AIEA et l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'Organisation de coopération et de développement économiques (AEN de l'OCDE), le Système international de notification pour l'expérience d'exploitation (IRS) contient des rapports sur des événements qui se sont produits dans des centrales nucléaires à l'échelle mondiale. Il a pour objectif de faciliter l'échange de données d'expérience sur la sûreté nucléaire entre les États Membres en analysant et signalant les événements importants pour la sûreté d'exploitation. La base de données de l'IRS comprend actuellement plus de 3 650 rapports.

106. Ces quatre dernières années, l'IRS a reçu en moyenne 80 rapports par an de l'ensemble des États Membres exploitant des centrales nucléaires. Cependant, certains événements importants, comme ceux mettant en jeu l'arrêt de réacteurs avec l'actionnement de systèmes de sûreté, ne sont pas notifiés dans l'IRS ou le sont en général de manière tardive, des rapports ayant été soumis jusqu'à un an après la survenue de l'événement. De plus, l'analyse des causes profondes dans certains de ces rapports n'a pas toujours permis de déterminer les véritables causes profondes.

107. Les événements liés à la sûreté nucléaire qui ne sont pas notifiés, ceux qui ne sont pas notifiés en temps voulu et ceux qui ne s'accompagnent pas d'une analyse détaillée des causes profondes limitent la capacité des États Membres à échanger de précieuses données sur la sûreté nucléaire tirées de l'expérience d'exploitation, à en tirer des enseignements et à les intégrer. Ces données pourraient pourtant atténuer les éventuelles conséquences de faiblesses de conception ou d'exploitation en empêchant que des événements analogues ne se produisent dans d'autres centrales.

### C.1.1. Activités

108. Étant donné qu'un grand nombre de centrales nucléaires vieillissantes vont pouvoir bénéficier d'une prorogation de licence, beaucoup d'États Membres ont d'ores et déjà pris des mesures en élaborant des programmes complets de gestion du vieillissement pour répondre aux questions concernant l'exploitation à long terme. En outre, le Plan d'action de l'AIEA sur la sûreté nucléaire invite les exploitants de centrales nucléaires du monde entier à réaliser des tests de résistance lors de la réévaluation systématique des marges de sûreté afin de vérifier que ces dernières satisfont toujours aux normes de sûreté les plus strictes.

109. Le programme sur les enseignements génériques tirés au niveau international en matière de vieillissement (IGALL) a été officiellement lancé lors de la première réunion du Groupe de direction du programme en septembre 2010. Il vise à rassembler les meilleures données d'expérience internationales sur l'exploitation à long terme<sup>42</sup>. Cette réunion a notamment confirmé l'intérêt qu'a suscité l'élaboration d'un rapport IGALL pour aider les États Membres à contrôler le vieillissement et à améliorer la sûreté en donnant aux responsables de la réglementation, exploitants et concepteurs les recommandations harmonisées les plus récentes sur les approches et stratégies de gestion du vieillissement à adopter. Trois groupes de travail IGALL ont été créés pour rédiger ce rapport. Le rapport IGALL définitif devrait être publié en 2013.

110. Afin d'aider les États Membres à notifier des événements et à analyser leurs causes profondes, un certain nombre d'améliorations sont en cours :

- En 2011, le système web de notification d'événements IRS a intégré une nouvelle fonction : un État Membre peut désormais enregistrer dans le système les mesures qu'il a prises après qu'un événement a été notifié par un autre État Membre, ce qui permet de procéder à des étalonnages et des comparaisons lorsque d'autres États Membres examinent les mesures à prendre face à un événement similaire.
- Le IAEA Root Cause Analysis Reference Manual a été mis au point et est en cours de publication. Ce guide de référence pratique aidera les professionnels de l'expérience d'exploitation dans les États Membres à mener une analyse détaillée des causes profondes.
- Un guide expliquant aux responsables de la réglementation comment réaliser un Examen par des pairs de l'expérience relative à la performance en matière de sûreté d'exploitation (PROSPER) est en cours d'élaboration et sera disponible en 2013.

### C.1.2. Enjeux futurs

111. On estime que les examens périodiques de la sûreté des centrales nucléaires sont un moyen efficace d'avoir une vue d'ensemble de la sûreté effective d'une centrale et de déterminer les modifications raisonnables et pratiques à apporter afin de maintenir la sûreté à un niveau élevé. Certains États Membres préféreraient une autre procédure. Il faut savoir que la gestion du vieillissement et l'exploitation à long terme ne sont que deux des nombreux facteurs de sûreté évalués dans les examens périodiques de la sûreté. Par conséquent, si un État Membre opte pour une autre procédure, celle-ci devra satisfaire aux objectifs d'un examen périodique de la sûreté, tels que définis

---

<sup>42</sup> Site web du programme sur les enseignements génériques tirés au niveau international en matière de vieillissement (IGALL) : <http://www-ns.iaea.org/projects/igall/default.asp?s=8&l=98>.



au paragraphe 2.8 de la publication *Periodic Safety Review of Nuclear Power Plants* (Collection Normes de sûreté de l'AIEA n° NS-G-2.10, Vienne, 2003)<sup>43</sup>.

112. Lors de l'élaboration d'un programme complet de gestion du vieillissement, la difficulté est de s'assurer que les fonctions de sûreté de tous les structures, systèmes et composants soumis à l'obsolescence, aux effets du vieillissement et à des processus de dégradation sont bien prises en compte. Aussi, importe-t-il de donner des orientations à l'industrie nucléaire et aux organismes de réglementation sur les programmes préventifs recommandés en matière de gestion du vieillissement des centrales. Ces informations peuvent servir de base à la formulation d'une approche harmonisée face aux divers mécanismes de dégradation, en appliquant des programmes reconnus de gestion du vieillissement et en élaborant une stratégie renforcée pour la sûreté d'exploitation à long terme des centrales nucléaires dans le monde.

113. Pour exploiter efficacement et en toute sûreté des centrales nucléaires sur le long terme, il est nécessaire de réaliser une évaluation complète et approfondie de la sûreté de chaque centrale. L'Agence prévoit des missions de l'Équipe d'examen de la sûreté d'exploitation (OSART), qui incluent un module pour l'exploitation à long terme, et des missions d'évaluation par des pairs de la sûreté de l'exploitation à long terme des réacteurs modérés par eau (SALTO). Lorsqu'elles sont réalisées de manière systématique et périodique, ces missions peuvent être utilisées pour garantir que les fonctions de sûreté requises sont assurées pendant la période d'exploitation à long terme.

114. Le service PROSPER est disponible depuis plusieurs années pour les centrales nucléaires et les compagnies d'électricité, en tant que module dans toutes les missions OSART. La demande est cependant limitée. Les États Membres qui ont recours à ce service d'examen devraient ainsi pouvoir améliorer le contrôle réglementaire de l'expérience d'exploitation des titulaires de licences et aussi fournir des rapports plus complets à l'IRS.

115. Les résultats des « tests de résistance », tels que prescrits dans le Plan d'action de l'AIEA sur la sûreté nucléaire, devront être pris en compte dans la gestion du vieillissement et l'exploitation à long terme des centrales nucléaires, tout comme les futures évaluations du vieillissement qui devront être réalisées en complément des tests de résistance.

116. Vu que l'élaboration et l'application des programmes de gestion du vieillissement diffèrent en fonction des États Membres, l'appui de l'Agence, des organisations internationales et des États Membres est nécessaire pour évaluer l'exploitation sûre, à long terme et continue des centrales nucléaires anciennes et partager activement les données tirées de l'expérience.

## **C.2. Tendances et problèmes dans la gestion de la sûreté des réacteurs de recherche anciens**

117. Les installations de réacteurs de recherche vieillissantes dans le monde suscitent de vives inquiétudes parmi les exploitants de réacteurs de recherche, les responsables de la réglementation et le public. Les organismes exploitant des réacteurs de recherche doivent entreprendre toute une série de travaux pour rétablir la performance qui s'est détériorée au fil du temps, maintenir la performance en présence de conditions moins favorables (obsolescence des structures, systèmes et composants par exemple) et/ou s'adapter à de nouvelles exigences des clients ou des organismes réglementaires. Le vieillissement peut se traduire par une augmentation des défaillances des composants et une baisse de disponibilité du réacteur.

---

<sup>43</sup> *Periodic Safety Review of Nuclear Power Plants* (Collection Normes de sûreté de l'AIEA n° NS-G-2.10, Vienne, 2003).



118. Comme le montre la figure 7, quelque 70 % des 254 réacteurs de recherche en service le sont depuis plus de 30 ans, beaucoup d'entre eux ayant dépassé leur durée de vie nominale initiale. Les défaillances des structures, systèmes et composants dues au vieillissement demeurent l'une des principales causes profondes des incidents notifiés au Système de notification des incidents concernant les réacteurs de recherche de l'Agence (IRSRR).

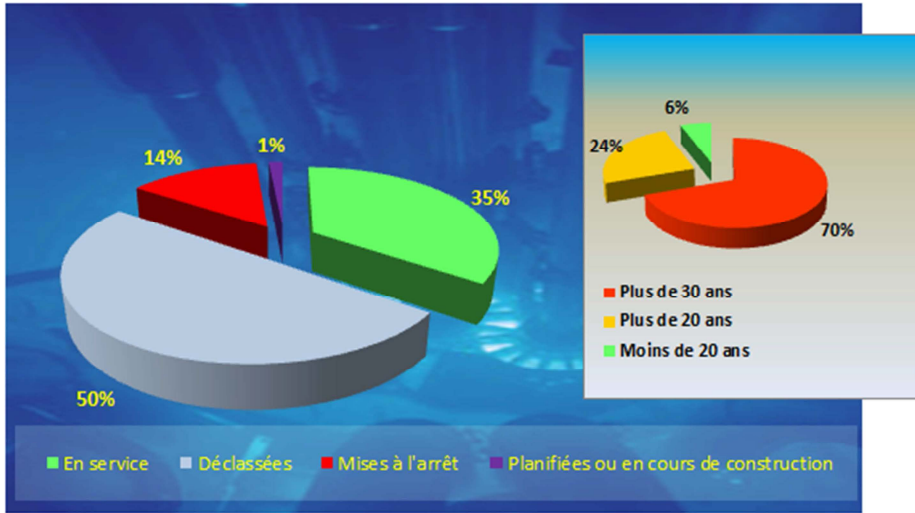


FIG. 7. 70% des réacteurs de recherche en service dans le monde ont plus de 30 ans.

119. Les défaillances dues au vieillissement étaient également l'une des principales causes de la pénurie mondiale de radio-isotopes à usage médical (en particulier de molybdène 99) survenue en 2009, tout comme la maintenance de deux des cinq grands réacteurs de recherche produisant des radio-isotopes dans le monde. Situés en Afrique du Sud (SAFARI-1), en Belgique (BR-2), au Canada (réacteur NRU), en France (OSIRIS) et aux Pays-Bas (réacteur à haut flux (HFR)), ces réacteurs de recherche ont tous entre 44 et 53 ans. Au cours des dernières années, tous ont connu des problèmes liés au vieillissement. Cette situation a entraîné l'arrêt imprévu de réacteurs de recherche et pèse de plus en plus sur l'approvisionnement mondial en isotopes médicaux et la capacité de production des autres producteurs d'isotopes.

120. Les réparations et la rénovation de ces réacteurs de recherche ont coûté plusieurs millions de dollars, et les temps de préparation et de réparation ont été longs. Il faut s'attendre à ce que des situations analogues se produisent à l'avenir.

### C.2.1. Activités

121. L'Agence a continué d'aider les États Membres à appliquer le guide de sûreté thématique n° SSG-10, *Ageing Management for Research Reactors*, publié en 2010, par le biais de divers ateliers de formation organisés en 2011. Elle a également mis au point la version définitive d'une publication intitulée La sûreté dans le cadre de l'utilisation et de la modification des réacteurs de recherche, qui donne des orientations supplémentaires sur la sûreté des projets de rénovation et de modernisation.

122. La gestion du vieillissement était l'un des principaux thèmes abordés lors de la réunion internationale consacrée à l'application du Code de conduite pour la sûreté des réacteurs de recherche, qui s'est tenue à Vienne (Autriche) en mai 2011, et de la Conférence internationale sur la gestion sûre et l'utilisation efficace des réacteurs de recherche, organisée à Rabat (Maroc) en novembre 2011.

Ces événements ont été une excellente occasion pour les États Membres, d'échanger des données d'expérience sur divers aspects de la gestion du vieillissement comme : la durabilité, la sûreté et la sécurité, ainsi que les évaluations de la sûreté à la suite de l'accident de Fukushima.

123. Une réunion technique sur la gestion du vieillissement, la modernisation et la rénovation des réacteurs de recherche, tenue à Vienne en octobre 2011, a permis d'échanger des informations sur l'application du guide de sûreté de l'AIEA n° SSG-10 récemment publié, *Ageing Management for Research Reactors*, ainsi que sur les bonnes pratiques adoptées pour mettre en œuvre de manière sûre les projets de rénovation et de modification de réacteurs de recherche. La gestion du vieillissement était aussi le principal thème des missions d'examen de la sûreté qui ont été réalisées dans des réacteurs de recherche en Égypte, en Ouzbékistan, aux Pays-Bas, au Pérou et en Roumanie. Ces missions ont contribué à l'élaboration effective de programmes de gestion du vieillissement dédiés à ces réacteurs, prévoyant notamment l'évaluation de l'état physique des systèmes et composants importants pour la sûreté, ainsi que leur réparation, rénovation et modernisation en toute sûreté.

### **C.2.2. Enjeux futurs**

124. De nombreux États Membres doivent élaborer une stratégie active et mettre en œuvre une approche systématique de la gestion du vieillissement des réacteurs de recherche. L'Agence doit, quant à elle, mettre en place un processus formel d'examen périodiques de la sûreté, comme elle le fait pour les programmes électronucléaires.

125. Une évaluation complète est nécessaire à la mise en œuvre d'activités relatives au vieillissement, y compris de projets de rénovation et de modernisation. Elle devrait porter en particulier sur la catégorisation de la sûreté, l'analyse de la sûreté, ainsi que l'examen et l'évaluation réglementaires. Les activités relatives au vieillissement sont soumises à des contraintes et difficultés intrinsèques d'ordre économique, politique et réglementaire qui doivent être surmontées afin que les organismes de réglementation des États Membres puissent définir des critères appropriés.

126. Du fait du vieillissement des réacteurs de recherche, leur exploitation continue risque de ne pas être fiable, ce qui peut compromettre dans le long terme l'approvisionnement mondial en isotopes médicaux de manière continue.

## **D. Préparation des pays qui commencent à développer l'énergie nucléaire**

### **D.1. Tendances et problèmes**

127. Plusieurs États Membres ont commencé à mettre en place une infrastructure pour favoriser l'introduction de programmes électronucléaires ; d'autres commencent tout juste à examiner les incidences d'une intégration de l'électronucléaire dans leur stratégie énergétique. Ces États ont eu du mal à mettre en place les infrastructures nécessaires et à acquérir, dans un délai relativement court, les compétences indispensables pour satisfaire aux conditions à remplir pour les projets. Parmi ces conditions figurent le choix et l'évaluation de sites potentiels, la bonne évaluation des propositions et des argumentaires de sûreté présentés par les vendeurs, ainsi que l'élaboration de rapports d'évaluation de la sûreté et leur soumission à l'organisme de réglementation.

128. En outre, plus de 20 États Membres ont commencé à planifier de nouveaux projets de réacteurs de recherche. Pour en favoriser l'évolution, ils doivent disposer des infrastructures nécessaires aux niveaux réglementaire, technique et de la sûreté. Soucieux de les aider à cet égard, l'Agence met à

disposition divers documents de normes et guides de sûreté, par exemple les *Étapes du développement d'une infrastructure nationale pour l'électronucléaire* (collection Énergie nucléaire n° NG-G-3.1, AIEA, Vienne (2010)) et le guide en anglais intitulé *Establishing the Safety Infrastructure for a Nuclear Power Programme*, (guide de sûreté thématique de l'AIEA, n° SSG-16, Vienne (2011)).

129. Estimant que le renforcement des capacités est un enjeu important pour les États Membres, l'Agence organise des ateliers et des cours, des missions d'experts, et offre des services d'examen par des pairs aux pays qui lancent un programme électronucléaire. Les résultats de ces missions, examens et ateliers ont révélé des insuffisances dans des domaines essentiels, tels que la mise en place de l'infrastructure juridique nationale indispensable et la création d'un organisme de réglementation indépendant opérationnel. Il faut aussi un solide appui des pouvoirs publics dès le début de la création de cet organisme. Parmi les autres difficultés recensées à surmonter en matière d'infrastructure figure le manque de personnel et de compétences dans tous les domaines ayant trait à la construction, à l'exploitation et au déclassement.

## D.2. Activités

130. Le guide de sûreté thématique n° SSG-16 contient des recommandations, présentées sous la forme d'une suite de mesures à prendre pour l'application progressive des prescriptions de sûreté pendant les phases 1, 2 et 3 de la mise en place de l'infrastructure de sûreté. Aussi bien ce guide que l'outil d'autoévaluation en cours d'élaboration seront présentés dans le cadre des activités pertinentes de l'Agence et sur son site web<sup>44</sup>.

131. L'Agence a mis au point des programmes d'assistance par l'intermédiaire desquels elle fournit des conseils et des outils pour favoriser la mise en place d'un cadre national de réglementation nucléaire efficace et durable reposant sur ses normes et guides de sûreté. Ces programmes d'assistance, qui comprennent une série d'ateliers standards et de missions d'experts sur des points généraux ou spécifiques du cadre de réglementation nucléaire, sont actuellement présentés par l'Agence dans le cadre de ses activités pertinentes et sur son site web<sup>45</sup>. S'ils sont conçus et élaborés comme des programmes standards, ils peuvent toutefois être adaptés pour répondre à des besoins précis.

132. Des modules standards de l'IRRS ont également été repensés de façon à être adaptés à la situation et aux besoins en matière de renforcement des capacités dans les pays qui entreprennent un programme électronucléaire. Ces modules remaniés aideront à déterminer les lacunes et les domaines dans lesquels des améliorations doivent être apportées en matière d'infrastructure nationale de renforcement des capacités, et à prévoir les mesures nécessaires.

133. S'agissant des activités de choix des sites, l'Agence fournit le service d'assistance SEED (Évaluation des sites et étude des événements externes) pour faciliter la mise en place d'une infrastructure de sûreté et la mise en valeur des ressources humaines. Ce service couvre le choix du site des centrales et des autres installations nucléaires, l'analyse des risques externes et l'évaluation du site, la conception de centrales résistant aux événements externes, la réévaluation sismique et l'étude probabiliste de sûreté sismique. Des travaux ont été entrepris pour inclure l'examen par des pairs de l'évaluation des marges de conception des centrales nucléaires par rapport aux risques externes et de l'évaluation des marges de sûreté du site en cas d'événement externe. L'évaluation des marges de sûreté du site tient compte de l'impact de risques multiples sur plusieurs tranches d'une centrale nucléaire et sur d'autres installations nucléaires situées sur un même site.

---

<sup>44</sup> Voir <http://www-ns.iaea.org/tech-areas/safety-infrastructure/>.

<sup>45</sup> Ibid.

134. Pour développer les ressources nécessaires à l'évaluation de la sûreté et appuyer le processus d'examen technique mené par les organismes exploitants et les organismes de réglementation, l'Agence a établi des prescriptions à appliquer en ce qui concerne les connaissances sur la sûreté, ainsi que des modules techniques détaillés pour le programme de formation théorique et pratique à l'évaluation de la sûreté (SAET), afin de renforcer les capacités dans les pays qui entreprennent un programme électronucléaire. Des programmes pilotes sont actuellement mis en œuvre pour trouver les meilleures bases sur lesquelles poursuivre l'élaboration et l'application de ces prescriptions relatives aux connaissances et de ces modules. Ainsi, les initiatives menées au titre du programme SAET permettent un renforcement des compétences à long terme et durables pour les pays lançant un programme électronucléaire, dans le cadre du programme de coopération technique de l'Agence.

135. Des efforts sont actuellement déployés pour associer toutes les parties prenantes des pays primo-accédants à l'acquisition de connaissances essentielles pour l'évaluation technique de la sûreté et les applications pratiques y afférentes. L'information active du personnel des futurs propriétaires-exploitants et du personnel de recherche assumant des fonctions d'appui technique, ainsi que des organismes de réglementation, fait partie intégrante du programme.

136. Pour ce qui est des questions de sûreté lors de la conception des centrales nucléaires et lors de l'élaboration du cahier des charges et de l'évaluation des soumissions, une méthodologie d'examen générique de la sûreté des réacteurs (GRSR) et des modules de formation donneront aux pays primo-accédants les méthodes et les outils nécessaires pour évaluer de façon bien informée les argumentaires de sûreté de conception présentés par les vendeurs.

137. S'agissant des réacteurs de recherche, un document technique sur des questions spécifiques et sur les conditions à remplir pour un nouveau projet concernant un tel réacteur est en cours de publication. Ce document, ainsi que les activités de formation qui y sont associées, est similaire à ceux qui existent pour les programmes électronucléaires. Des ateliers de formation sur la création d'un nouveau réacteur de recherche sont organisés aux niveaux national et régional. En 2011, un atelier sur le sujet s'est déroulé en Jordanie et un atelier interrégional, auquel neuf pays ont participé, a eu lieu au Laboratoire national d'Argonne (États-Unis d'Amérique).

138. Des missions d'information ont été effectuées en Arabie saoudite, en Azerbaïdjan, en Jordanie et au Soudan pour contribuer à l'évaluation de l'état des infrastructures de réglementation, de sûreté et technique dans ces pays. Dans le cadre de ces missions, l'Agence a élaboré un questionnaire d'autoévaluation basé sur ses normes de sûreté.

139. L'Agence recommande que les États Membres élaborent un plan de travail directeur intégré, qui servira de feuille de route et qui permettra de coordonner l'assistance qu'elle-même et que d'autres pays leur fournissent afin qu'ils répondent aux exigences liées à la mise en place d'une infrastructure électronucléaire. À la demande de certains pays, elle a déjà commencé le travail et mis au point un plan de ce type en tenant pleinement compte de leur futur programme électronucléaire.

140. Pour aider à renforcer les capacités en matière de sûreté des installations nucléaires, l'Agence continue de soutenir un certain nombre de réseaux et forums internationaux de connaissances comme le Réseau mondial de sûreté et de sécurité nucléaires (RMSSN), les réseaux régionaux comme le Réseau de sûreté nucléaire en Asie (ANSN), le Forum ibéro-américain d'organismes de réglementation radiologique et nucléaire (FORO), le Forum des organismes de réglementation nucléaire en Afrique, le Réseau arabe des organismes de réglementation nucléaire et le Forum de coopération en matière de réglementation.

### **D.3. Enjeux futurs**

141. Concernant le renforcement des capacités, il y a des faiblesses liées, d'une part, à l'insuffisance des capacités dans les pays émergents et, d'autre part, au caractère inapproprié ou à la lenteur de la mise en œuvre des programmes de renforcement des capacités. L'enjeu est de fournir aux organismes des pays primo-accédants un socle de connaissances complet et durable dans le cadre d'un programme qui couvre tout l'éventail des thèmes liés à l'infrastructure, sur la base des normes de sûreté de l'Agence. Une autre difficulté majeure dans un avenir proche pour les pays qui ont défini des objectifs ambitieux en matière d'autorisation et de construction d'installations nucléaires est de dispenser une formation rapide et complète.

142. Il semble y avoir un nombre insuffisant, au niveau mondial, d'experts d'établissements expérimentés et bien informés dans le domaine de la sûreté et de la sécurité nucléaires pour fournir une assistance directe ou indirecte ainsi que des conseils aux États qui entreprennent un programme nucléaire. Trouver des établissements/organismes hôtes pour la mise en valeur des ressources humaines, en particulier pour la formation sur le tas, est un autre défi majeur qui semble difficile à relever à court terme. Ces défis valent aussi pour les programmes de réacteurs de recherche.

143. Les organismes des pays qui ont recours à l'électronucléaire ne doivent pas oublier que même les meilleurs éléments ont besoin d'un apprentissage continu et d'une mise à jour permanente de leurs connaissances.

144. Certains États Membres élaborent actuellement leurs propres programmes de formation théorique et pratique et mettent notamment en place des programmes en génie nucléaire dans certaines universités techniques. Cependant, ce processus devrait être global et intégré afin que des connaissances techniques complètes soient fournies dans le domaine de la conception et de l'évaluation de la sûreté. Dans le cas contraire, l'exécution des programmes risquerait d'être fragmentée et il pourrait y avoir des lacunes dans les connaissances. En outre, des connaissances essentielles en matière d'évaluation de la sûreté nucléaire risqueraient de ne pas parvenir à toutes les parties prenantes compétentes, y compris aux propriétaires-exploitants et aux groupes d'appui technique.

## **E. Examen de la sûreté des futurs modèles de réacteurs**

### **E.1. Tendances et problèmes**

145. Pour élaborer les futurs réacteurs nucléaires, il est essentiel de renforcer la sûreté et d'améliorer et de simplifier les modèles. Les futurs modèles de réacteurs comprennent certains réacteurs de faible ou moyenne puissance (RFMP) ainsi que des modèles qui seront utilisés à plus ou moins long terme. Les modèles qui seront utilisés à court terme intègrent des mesures de sûreté renforcées (systèmes passifs, cendriers) qui sont censées apporter une amélioration importante de la sûreté par rapport aux modèles existants. Des mesures de sûreté similaires, voire renforcées, sont prévues dans les modèles plus avancés mis au point pour une utilisation à plus long terme.

146. Comme pour toutes les technologies nouvelles ou améliorées, un défi majeur est de démontrer que les caractéristiques de sûreté nouvelles et innovantes sont éprouvées. La difficulté à relever ce défi dépend du degré d'innovation. Par exemple, il est moins difficile de mettre au point des caractéristiques de sûreté améliorées qui sont fondées sur les connaissances et les données d'expérience existantes et qui sont incorporées progressivement dans les nouveaux modèles de réacteurs que des caractéristiques de sûreté plus innovantes. On a soumis les futurs modèles qui seront utilisés à court terme à des essais et à une modélisation de façon à démontrer que leurs caractéristiques de sûreté étaient améliorées. Tester et démontrer l'efficacité des caractéristiques de sûreté renforcées des modèles plus innovants nécessitera vraisemblablement davantage de travail.

## E.2. Activités

147. Les membres du Projet international sur les réacteurs nucléaires et les cycles du combustible nucléaire innovants (INPRO) et le groupe INPRO à l'Agence ont, avec le Forum international Génération IV (GIF), organisé des réunions de coopération en 2011 pour examiner diverses questions de sûreté liées aux réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium (par exemple la manutention du caloporteur sodium ou encore la réactivité cavitatoire positive)<sup>46</sup>. En outre, l'Agence coordonne les efforts de ses États Membres pour faciliter la mise au point de RFMP (réacteurs de faible ou moyenne puissance) en tenant compte, entre autres, des questions de sûreté et de sécurité et, en décembre 2011, elle a organisé un atelier sur leur utilisation à court terme<sup>47</sup>.

148. L'Agence appuie plusieurs activités relatives à la sûreté des réacteurs futurs. Elle a, par exemple, participé au groupe de travail du GIF sur les risques et la sûreté (RSWG), dans le cadre duquel on élabore actuellement des guides qui recensent les besoins des systèmes nucléaires de génération IV en matière de recherche sur la sûreté et qui proposent une méthodologie pour évaluer la sûreté de ces systèmes<sup>48</sup>.

149. Un autre exemple est sa participation à des projets de collaboration relatifs aux systèmes de sûreté passive, dans le cadre desquels on est en train de mettre au point une méthodologie pour évaluer la fiabilité de tels systèmes. En outre, les futurs modèles de réacteurs peuvent bénéficier du service d'examen générique de la sûreté des réacteurs (GRSR), qui repose sur les normes de sûreté de l'Agence à respecter en matière d'évaluation de la sûreté et de conception des réacteurs. Le service GRSR fournit aux États Membres une évaluation précoce des argumentaires de sûreté présentés pour les modèles nouveaux et innovants de réacteurs en fonction des normes de sûreté de l'Agence.

150. La méthodologie de l'Agence<sup>49</sup> relative à l'évaluation des risques naturels extrêmes (test de résistance), mise au point en novembre 2011 à la lumière des enseignements tirés de l'accident de Fukushima, sera également utile pour les futurs modèles de réacteurs.

---

<sup>46</sup> Deuxième atelier conjoint GIF– AIEA/INPRO sur la sûreté des réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium, 30 novembre et 1<sup>er</sup> décembre 2011.

<sup>47</sup> Un atelier sur l'évaluation technique des réacteurs de faible ou moyenne puissance (RFMP) pour une utilisation à court terme a par exemple été organisé par l'AIEA du 5 au 9 décembre 2011.

<sup>48</sup> Méthodologie d'évaluation intégrée de la sûreté (ISAM) des systèmes nucléaires de génération IV, Groupe de travail du GIF sur les risques et la sûreté (RSWG).

<sup>49</sup> A Methodology to Assess the Safety Vulnerabilities of Nuclear Power Plants against Site Specific Extreme Natural Hazards. Publications de l'AIEA relatives à la sûreté. 16 novembre 2011.

### E.3. Enjeux futurs

151. Il faut démontrer que les systèmes innovants de sûreté passive ne cesseront pas de fonctionner en cas de phénomène imprévu, et que leurs composants ne seront pas altérés en cas de risque naturel extrême. Par ailleurs, les enseignements tirés de l'accident de Fukushima devront être pris en compte dans les modèles.

152. Les modèles de centrales nucléaires qui sont en train d'être élaborés pour être exploités dans les prochaines décennies comprennent de nombreuses améliorations de sûreté basées sur l'expérience d'exploitation acquise dans le domaine des systèmes de sûreté actifs et redondants utilisés dans les réacteurs refroidis par eau. Il faut parvenir à une meilleure compréhension des futurs modèles de réacteurs faisant intervenir des caloporteurs autres que l'eau ainsi que des modes de défaillance de leurs systèmes de sûreté innovants, y compris ceux causés par des événements de très faible probabilité ou imprévus.

153. La mise au point de modèles de grande qualité est toujours confrontée à trois grands problèmes : le stockage définitif et le recyclage des déchets nucléaires ; les risques radiologiques ; et les coûts élevés d'installations à forte capacité sur une longue période.

### F. Limitation de l'exposition aux rayonnements



#### F.1. Tendances et problèmes

154. La moyenne annuelle mondiale de la dose efficace individuelle due au rayonnement de fond est estimée à 2,4 mSv (UNSCEAR 2008), soit 80 % de la dose efficace individuelle annuelle toutes sources confondues.

155. Le radon, gaz radioactif naturel, est à l'origine d'environ la moitié de la dose efficace collective due à toutes les sources naturelles (voir la figure 8), avec d'importantes variations observées entre les personnes selon la géologie locale, les pratiques suivies dans la construction des bâtiments et les facteurs environnementaux. Dans des cas extrêmes, la dose efficace annuelle due au radon peut être de l'ordre de plusieurs centaines de millisieverts (mSv), voire plus. Aujourd'hui, la meilleure estimation disponible indique que l'exposition au radon dans les locaux est à l'origine de 3 % à 14 % des cas de cancer du poumon (OMS, 2009) dans le monde chaque année<sup>50</sup>. Selon l'UNSCEAR (2008), la dose efficace individuelle annuelle moyenne due au radon est de 1,15 mSv.

---

<sup>50</sup> Organisation mondiale de la Santé, Aide-mémoire n° 291. Mise à jour en octobre 2009.

L'aide-mémoire est disponible à l'adresse suivante : <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs291/fr/index.html>



156. Il existe des pratiques de construction éprouvées et efficaces pour limiter l'accumulation de radon dans les nouveaux bâtiments et des mesures correctives efficaces ont été élaborées pour réduire la forte concentration de cet élément dans les bâtiments existants. Ainsi, bien que le radon soit, de toutes les sources de rayonnements, l'une de celles qui contribuent le plus à la dose efficace collective au niveau mondial, comme il ressort de la figure 8, sa teneur peut être réduite grâce à la mise en œuvre de stratégies appropriées.

157. Pour ce qui est des travailleurs permanents des centrales et du personnel d'intervention, il apparaît, après l'accident de Fukushima, que les principaux risques sanitaires encourus lors des situations d'exposition professionnelle dans le cadre d'un accident nucléaire posent toujours de sérieux problèmes qui doivent être analysés de plus près.

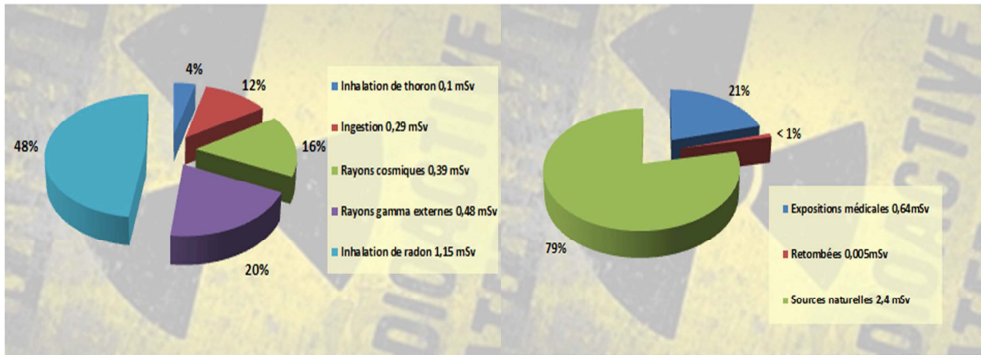


FIG. 8. Dose efficace annuelle moyenne par habitant (UNSCEAR 2008).

158. De plus, la baisse mondiale des effectifs du secteur nucléaire entraîne une pénurie de personnel qualifié sachant travailler en toute sûreté avec des rayonnements ionisants. Une grande partie du personnel temporaire recruté sur le site de Fukushima Daiichi pour faciliter les opérations de nettoyage n'a pas de qualification ni de formation et se compose de travailleurs itinérants. De manière générale, des programmes adaptés de formation à la radioprotection professionnelle doivent être mis au point et renforcés dans de nombreux pays pour les travailleurs itinérants.

159. Par ailleurs, les professionnels du nucléaire hautement qualifiés sont eux aussi de plus en plus mobiles. À ce jour, il n'existe aucun système d'observation mondial/centralisé permettant de maîtriser l'historique du débit de dose cumulé. Le recensement, par employeur, des niveaux d'exposition auxquels sont soumis les employés ne permet pas vraiment de retracer ni de maîtriser la dose cumulée qu'ils reçoivent tout au long de leur vie professionnelle sur les différents sites où ils peuvent être affectés ; cela vaut aussi pour l'ensemble des travailleurs itinérants du nucléaire dans le monde, qu'ils soient qualifiés ou non.

160. La Commission internationale de protection radiologique (CIPR) a examiné des données épidémiologiques récentes faisant état d'une prévalence des opacités du cristallin chez les membres du personnel exposés à des niveaux de rayonnement inférieurs au seuil auparavant publié par la CIPR<sup>51</sup>. Ces nouvelles données ont amené la CIPR à revoir ses paramètres à la baisse, fixant ainsi à 0,5 Gy le seuil de dose absorbée pour le cristallin. De plus, pour ce qui est de l'exposition professionnelle dans les situations d'exposition planifiée, la CIPR recommande désormais pour le cristallin une limite de

<sup>51</sup> Publication 60 de la CIPR (1990) et Publication 103 de la CIPR (2007).



dose équivalente de 20 mSv par an en moyenne sur des périodes définies de 5 ans, et de 50 mSv au maximum en une seule année.

161. Comme il a été indiqué dans le *Rapport d'ensemble sur la sûreté nucléaire pour 2010*, la dose efficace imputable aux expositions médicales a doublé au niveau mondial et continue de croître. De manière générale, de plus en plus de patients ont été exposés à des doses importantes dans le cadre d'actes médicaux répétés, mal encadrés et souvent inutiles. De fait, des tomodesitomètres ont été de plus en plus utilisés pour des procédures d'imagerie radiologique à travers le monde. Même si les médecins conviennent que ces appareils sont un outil de diagnostic qui peut sauver des vies, leur utilisation excessive inquiète ; et l'on dénombre de plus en plus de patients soumis à plusieurs examens par tomodesitométrie en l'espace de quelques années, voire en une seule. Cette tendance se poursuit en 2011<sup>52</sup>.

## F.2. Activités

162. La publication des Prescriptions générales de sûreté (Part 3), intitulées *Radioprotection et sûreté des sources de rayonnements : Normes fondamentales internationales de sûreté* (NFI), a été approuvée par le Conseil des gouverneurs en septembre 2011. Dans cette version révisée, les prescriptions relatives à la protection du public, notamment contre les effets du radon, ont été développées par rapport aux précédentes NFI (n° 115 de la collection Sécurité de l'AIEA). Ce renforcement des prescriptions rend compte de l'importance du radon en tant que source de radioexposition ainsi que du haut niveau de priorité accordé à cette question par d'autres organisations internationales et plusieurs États Membres.

163. Un certain nombre d'États Membres ont entrepris des activités visant à quantifier et à réduire l'exposition du public au radon dans les locaux. Un grand nombre d'autres États ne commencent que maintenant à évaluer ce type d'exposition. Ces évaluations sont particulièrement importantes pour les pays ayant des activités d'extraction d'uranium ou des formations géologiques qui favorisent la production de radon et sa migration dans le sol.

164. L'an dernier, l'Agence a aidé, dans le cadre de son programme de coopération technique, plusieurs États Membres à mettre au point des stratégies nationales visant à réduire l'exposition au radon. Des ateliers ont été aussi organisés pour examiner des stratégies de contrôle de l'exposition au radon avec des spécialistes, comme des architectes et des ingénieurs. Ces travaux sont menés en collaboration avec l'OMS et la Commission européenne. Un nouveau guide de sûreté, s'appuyant sur les prescriptions des NFI révisées intitulé *Protection of the Public against Indoor Exposure to Natural Sources of Radiation* est actuellement mis au point.

165. L'Agence a organisé, du 21 au 24 novembre 2011, une réunion technique consacrée à la mise au point de documents d'orientations sur la gestion des programmes de radioprotection pour les travailleurs itinérants, à laquelle ont assisté 20 participants d'États Membres et d'organisations internationales. Les contributions des participants ont permis d'accélérer la mise au point d'un rapport de sûreté sur la radioprotection des travailleurs itinérants, qui sera présenté en 2013.

166. La révision de la limite de dose pour le cristallin proposée par la CIPR a été intégrée dans les NFI révisées. Dans le guide de sûreté sur la radioprotection professionnelle qui est actuellement mis au point, les limites de dose pour le cristallin seront aussi prises en considération. À cet égard,

---

<sup>52</sup> *Rapport d'ensemble sur la sûreté nucléaire pour l'année 2010* (document GC(55)/INF/3 publié en août 2011) Disponible en ligne à l'adresse suivante : [http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC55/GC55InfDocuments/French/ge55inf-3\\_fr.pdf](http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC55/GC55InfDocuments/French/ge55inf-3_fr.pdf).

les États Membres ont encouragé le Secrétariat à publier ce document d'orientations le plus rapidement possible.

167. Une réunion technique de l'Agence sur la radioprotection pour les médecins traitants a été organisée à Vienne, du 26 au 28 septembre 2011, afin de déterminer comment réduire le grand nombre d'expositions médicales qui ne sont pas nécessaires. Des mesures visant à mieux sensibiliser les médecins traitants (généralistes et médecins de premier recours) à propos de l'exposition aux rayonnements et des risques encourus lors d'actes divers ont notamment été convenues lors de cette réunion. Des recommandations ont été formulées sur les mesures à prendre par les États Membres, l'Agence et les organismes professionnels pour réduire les expositions qui ne sont pas nécessaires.

### **F.3. Enjeux futurs**

168. Il importe que les États Membres évaluent chez eux l'ampleur de l'exposition au radon pour déterminer si des mesures complémentaires sont nécessaires. Lorsque des concentrations de radon préoccupantes pour la santé publique sont relevées, les États Membres doivent mettre sur pied un plan d'action. Il faut pour cela établir un niveau de référence national, mettre au point et appliquer des codes de construction appropriés et communiquer les informations à toutes les parties intéressées. Une coopération étroite entre les organismes nationaux est également nécessaire pour que toutes les questions de radioprotection et de santé publique soient traitées, que les ressources soient utilisées de manière efficace et que la protection soit optimisée.

169. Avec le recul du nombre de membres du personnel permanent qualifié et le nombre croissant de travailleurs itinérants non qualifiés pour le compenser, les employeurs et les travailleurs itinérants seront sans doute amenés à accepter une plus grande marge de risque individuel, ce qui soulève des questions sur ce qui constitue une dose acceptable<sup>53</sup>. En outre, étant donné que le personnel du nucléaire devient plus mobile, il est plus difficile de maîtriser l'historique des doses cumulées reçues dans les situations d'exposition professionnelle, surtout en l'absence d'un programme de radioprotection centralisé ou de système de suivi en place permettant de consigner l'ensemble des doses cumulées reçues.

170. La réduction drastique des limites recommandées par la CIPR concernant la dose absorbée pour le cristallin nécessite un examen minutieux des lieux de travail concernés et la mise au point d'une approche progressive pour appliquer les nouvelles limites.

171. L'objectif, dans les situations d'exposition médicale, n'est pas d'appliquer la plus faible dose mais la dose appropriée pour permettre au praticien de faire un diagnostic correct ou de soigner la tumeur. Une dose trop forte ou trop faible peut poser problème. Les programmes de radioprotection des patients dans le cadre de leur traitement aux rayonnements ionisants doivent être améliorés.

---

<sup>53</sup> Chapitre 10 intitulé « *Radiation Risks in Perspective* », (Practical Radiation Technical Manual, AIEA, Vienne, 2004).

## G. Assurer la sûreté du transport nucléaire

### G.1. Tendances et problèmes

172. Malgré les normes de sûreté établies<sup>54</sup> pour le transport de matières radioactives, des retards et refus ont encore été enregistrés en 2011. Diverses raisons ont été à l'origine des refus, notamment la méfiance et l'insuffisance d'informations quant à la manipulation de matières radioactives dans des conditions de sûreté ainsi que les difficultés de mise en œuvre de règlements locaux ou nationaux trop compliqués.

173. Dans le cas spécial de l'accident de Fukushima, les autorités japonaises ont fait état d'importantes perturbations du transport aérien, maritime et terrestre des marchandises et des personnes dans les jours qui ont suivi directement le séisme, le tsunami et l'accident nucléaire. Même si les impacts immédiats d'une urgence dans une centrale nucléaire se font sentir sur le transport aérien et les voies d'acheminement dans les zones d'évacuation et d'exclusion, il est apparu, au cours de l'accident nucléaire, que les effets sur le transport étaient bien plus importants.

174. Le Japon est le troisième fabricant mondial et un producteur essentiel de composants dans les secteurs de l'électronique, de l'automobile, de l'aéronautique et dans d'autres secteurs<sup>55</sup>. Compte tenu du grand nombre d'usines du nord-est du Japon touchées par cette conjonction de catastrophes naturelles, suivie d'un accident nucléaire, la désorganisation des capacités de fabrication mais aussi du transport de marchandises a gravement affecté la chaîne d'approvisionnement mondial pendant de nombreuses semaines. De plus, l'accident nucléaire a amené les États à retarder ou à suspendre temporairement des vols à destination et en provenance du Japon par peur des rayonnements. Le transport de marchandises, de produits alimentaires et de personnes en provenance du Japon a aussi été retardé car les États ont intensifié les mesures de surveillance de la contamination aux ports d'arrivée pour contrôler les denrées alimentaires importées, les marchandises et les voyageurs.

175. De nombreux États ont eu des difficultés à procéder à la surveillance et à l'évaluation radiologiques et à réglementer le contrôle du transport. Cela a mis en évidence l'absence d'approche commune, d'un système réglementaire pleinement efficace et de moyens de surveillance performants. La Commission européenne (CE) a tenté d'établir des processus communs en Europe dans le cadre de demandes d'informations spécifiques en utilisant le réseau ECURIE (Système européen d'échange d'informations en cas d'urgence radiologique). Elle a demandé des informations sur le nombre d'expéditions dépassant certaines valeurs, encourageant ainsi les États européens à adopter les valeurs spécifiques qu'ils avaient fixées comme norme d'acceptation.

176. L'Agence a été contactée par un groupe de sociétés de transport s'inquiétant de la sûreté de certaines activités de contrôle qu'elles ont été priées de mener et leurs informations ne semblaient témoigner que de quelques cas de réexpéditions vers le Japon. Les informations qui proviennent d'Europe et d'autres régions du monde concernant les niveaux réels et le nombre d'envois contaminés sont rares et recueillies de façon peu systématique.

---

<sup>54</sup> Voir section B.3.7. de l'appendice, « Transport des matières radioactives » pour une mise à jour sur les normes de sûreté relatives au transport.

<sup>55</sup> Communiqué de presse de l'ONUDI, 10 mars 2010  
<http://www.un.org/apps/news/story.asp?NewsID=33962&Cr=unido&Cr1>

177. Certains envois ayant de très faibles niveaux de contamination superficielle (non préoccupants du point de vue de la sûreté) ont été refusés et réexpédiés vers le Japon. Dans un cas qui a été rapporté, des véhicules ont été réexpédiés vers le Japon, car la contamination superficielle se situait au niveau ou au-dessous des critères d'exemption. Ce refus n'était pas tant motivé par le risque scientifique que par la peur et le manque d'informations sur les rayonnements. Dans une étude de l'Association nucléaire mondiale sur les problèmes à l'origine des refus d'expédition, des liens de cause à effet ont été constatés entre peur, manque d'informations et refus d'expédition. La situation était dans l'ensemble confuse, incohérente et marquée par un processus de prise de décisions relativement arbitraire qui persiste au moment de la rédaction du présent rapport ; la Commission des normes de sûreté en a été informée.

## G.2. Activités

178. Dans le cadre du Plan de gestion des situations d'urgence radiologique commun aux organisations internationales (Plan commun)<sup>56</sup>, il a été demandé d'établir un groupe de travail sur le transport chargé de traiter la question des perturbations dans le transport international. Ce groupe, créé sous l'égide de l'Organisation de l'aviation civile internationale, s'appuie sur le réseau de technologie de l'information (TI) mis à disposition par l'OMS dans le cadre du PAGNet. Il incluait l'ONU et de grands groupes de transport international intéressés (Association du transport aérien international, Conseil international des aéroports, Organisation de l'aviation civile internationale, Organisation internationale du travail, Organisation maritime internationale, Organisation météorologique mondiale, OMS, Organisation mondiale du tourisme). Ses membres se sont entretenus par téléconférence et ont échangé des informations à l'aide du réseau de TI de l'OMS (souvent plusieurs fois par jour). Ils ont examiné les questions soulevant des préoccupations auxquelles ils ont répondu par des déclarations communes. Ils ont examiné et diffusé des rapports ; en particulier, une méthode de décontamination des aéronefs mise au point par les compagnies aériennes après Tchernobyl a été examinée et diffusée, et des informations sur les moyens de faciliter la décontamination des aéronefs s'appuyant sur les données d'expérience relatives à la contamination au polonium ont été mises à disposition<sup>57</sup>.

179. En 2011, l'Agence a organisé une série de réunions de consultants et de réunions techniques, dont des ateliers régionaux, afin de conduire une analyse détaillée des nouveaux cas de refus et de retard qui se sont produits, d'actualiser les plans d'action régionaux et de mettre au point une stratégie et des outils de communication comme des brochures destinées aux transporteurs, un cours simplifié et du matériel d'enseignement électronique sur les refus.

180. Une analyse des données du Système mondial intégré d'information sur les transports maritimes (GISIS) de l'Organisation maritime internationale (OMI) a fait apparaître que les retards ont représenté quelque 75 % des problèmes rencontrés dans le transport aérien, avec des effets essentiellement sur les radiopharmaceutiques ; les refus ont constitué plus de 90 % des problèmes rencontrés dans le transport maritime, touchant surtout le cobalt et les minerais naturels. Toutefois,

---

<sup>56</sup> Parrainé par l'Agence internationale de l'énergie atomique, l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'Organisation de coopération et de développement économiques, le Bureau des affaires spatiales de l'ONU, le Bureau de la coordination des affaires humanitaires de l'ONU, la Commission européenne, l'Office européen de police, l'Organisation internationale de police criminelle, l'Organisation maritime internationale, l'Organisation météorologique mondiale, l'Organisation mondiale de la Santé, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, l'Organisation panaméricaine de la Santé, le Programme des Nations Unies pour l'environnement, en coopération avec le Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants et l'Organisation de l'aviation civile internationale.

<sup>57</sup> Radioactive Contamination of Aircraft and Engines. 3<sup>ème</sup> édition, Association des compagnies européennes de navigation aérienne, juin 2002.

ces chiffres ne donnent qu'une analyse partielle, car les entreprises se sont encore montrées peu enclines à signaler les problèmes d'expédition de matières radioactives, invoquant la question de la confidentialité des données. En outre, certains problèmes nouveaux (comme les difficultés pouvant découler de contrôles de sécurité accrus aux frontières) peuvent encore inciter à une révision de la méthode de communication et d'enregistrement afin d'améliorer la confidentialité des informations.

181. En outre, l'Agence gère un réseau mondial incluant des coordonnateurs régionaux et des points de contact nationaux servant d'agents de liaison. Toutefois, à ce jour, seuls 69 des 152 États Membres de l'Agence ont désigné des points de contact nationaux.

### **G.3. Enjeux futurs**

182. Au vu de ce qui précède, il est nécessaire, dans le domaine du transport, d'améliorer la définition de la réglementation et les orientations en la matière, l'application des règlements et la mise en commun des informations. Cette nécessité a été réaffirmée plus tard dans l'année dans les informations transmises à la conférence internationale de l'Agence intitulée « Sûreté et sécurité du transport des matières radioactives : les cinquante prochaines années – créer un cadre sûr, sécurisé et durable », tenue à Vienne (Autriche), du 17 au 21 octobre 2011<sup>58</sup>.

183. La plupart des incidents majeurs peuvent avoir d'importantes répercussions sur le transport. Par conséquent, des appels ont été lancés pour que les organismes des Nations Unies concernés par le transport international resserrent leurs liens. Même s'il ne s'agit pas d'un domaine de travail majeur pour l'Agence, il est digne d'intérêt, car un groupe fort pourrait jouer un rôle pilote pour traiter les problèmes comme les refus d'expédition et l'application harmonisée des règlements ainsi que leurs liens prévisibles avec les situations d'urgence.

---

<sup>58</sup> Voir <http://www-pub.iaea.org/mtcd/meetings/Announcements.asp?ConfID=38298>.

## H. Déclassement, remédiation et solutions pour les déchets

### H.1. Tendances et problèmes

184. Un certain nombre de sites dans le monde ont été contaminés par les radionucléides et continuent de nécessiter des activités de remédiation. Certains d'entre eux ont été contaminés à la suite d'essais nucléaires ou d'accidents de réacteurs, d'autres à cause de pratiques passées non réglementées. Cette contamination pouvant présenter des risques radiologiques pour les humains et l'environnement, la remédiation des sites contaminés est une question qui touche à la fois le public et un large éventail de parties prenantes.

185. L'expérience nous a montré que le succès des mesures de réhabilitation de zones contaminées passe nécessairement par l'acceptation générale de ces mesures par les personnes concernées. Pour pouvoir effectuer une évaluation exhaustive du site contaminé, il importe de disposer d'outils d'évaluation qui soient tout à la fois simples, souples, robustes et transparents. L'existence de tels outils et de recommandations concernant leur utilisation, soutenue par une communication réelle, permettront d'accroître sensiblement la confiance du public. La manière dont les autorités utilisent ces outils pour gérer la situation déterminera dans l'ensemble le succès de ces programmes de réhabilitation. Des approches devront aussi être élaborées pour intégrer les activités de surveillance afin de vérifier l'efficacité des actions correctives.

186. L'accident de Fukushima continue de poser un ensemble complexe de problèmes pour la population environnante, par exemple les effets que peuvent avoir pour la santé des sols contaminés qui contaminent à leur tour les cultures dont cette population dépend pour se nourrir. L'accident a causé la contamination de quelque 1 300 km<sup>2</sup> de terres à des niveaux entraînant un risque d'exposition du public évalué de 5 à 20 mSv ; sur environ 500 km<sup>2</sup>, cette exposition peut même dépasser les 20 mSv [9].

187. Les *Normes fondamentales internationales* (NFI) révisées recommandent pour de telles conditions post-accidentelles un niveau de référence de l'ordre de 1–20 mSv. Il convient de définir des niveaux de référence spécifiques à appliquer pour chaque situation donnée, en prenant en compte les circonstances précises de la situation d'exposition, comme le niveau d'activité dans l'environnement, les conditions environnementales et le style de vie de la population. Les NFI exigent que toute mesure prise soit justifiée pour s'assurer qu'elle fera plus de bien que de mal et qu'elle est proportionnée au risque.

188. Il est indéniable que les défis posés par la remédiation et le déclassement au site de Fukushima Daiichi vont demander une vigueur et une détermination extrêmes. La remédiation post-accidentelle génère de gros volumes de déchets qu'il faut entreposer ou stocker définitivement en une période de temps très courte. C'est un défi tant pour l'organisme de réglementation, car il devra accélérer le processus d'autorisation, que pour l'organisme (ou les organismes) chargé(s) d'effectuer les travaux de manière sûre et écologiquement responsable [9].

### H.2. Activités

189. Une mission d'enquête chargée d'étudier la remédiation des grandes zones contaminées à l'extérieur du site de la centrale de Fukushima Daiichi s'est déroulée du 7 au 15 octobre 2011 et a établi que les importants travaux de remédiation post-accident requis allaient produire des volumes de matières contaminées de l'ordre de millions de mètres cubes [9].

### **H.3. Enjeux futurs**

190. Bien que la durée de vie de certains réacteurs soit en train d'être prolongée, de plus en plus d'installations nucléaires approchent la fin de leur vie utile et doivent être déclassées et démantelées. En outre, au lendemain de l'accident de Fukushima, certains pays repensent leur stratégie énergétique et envisagent l'option du déclassement. Ce fait nouveau, se greffant au problème des déchets que pose la construction de nouveaux réacteurs et les demandes d'activités de remédiation accrues, exige des solutions efficaces sur le plan technique, juridique et réglementaire.

191. Le défi à relever pour les exploitants, les responsables de la réglementation et les scientifiques est de définir des méthodologies harmonisées et fiables d'analyse et d'évaluation des données de contrôle radiologique, et d'évaluation de l'impact radiologique sur la population des zones contaminées. Le programme MODARIA (Modélisation et données pour l'évaluation de l'impact radiologique) sera lancé en novembre 2012. C'est un programme de quatre ans dont le but est d'offrir un forum international de discussion de ces questions.

192. Il faut savoir que les quantités de matières contaminées qui entrent en jeu risquent d'être supérieures à l'ensemble des déchets nucléaires qui résulteront de l'exploitation et du déclassement de toutes les centrales nucléaires au Japon. Ces matières contaminées devront être collectées, caractérisées pour savoir si elles doivent être libérées du contrôle ou traitées et conditionnées, puis mises en entreposage ou stockage définitif. Le traitement de quantités aussi considérables de matières contaminées soulève des problèmes que le responsable de la réglementation, l'exploitant et les organismes d'exécution des travaux devront étudier soigneusement et s'empresser de régler.

## **I. Responsabilité civile en matière de dommages nucléaires**

### **I.1. Tendances et problèmes**

193. L'intérêt à disposer de mécanismes efficaces de responsabilité civile pour assurer contre les préjudices causés à la santé humaine et à l'environnement et contre les préjudices économiques résultant de dommages nucléaires continue à bénéficier d'une attention accrue de la part des États.

194. Le Plan d'action de l'AIEA sur la sûreté nucléaire demande spécifiquement l'instauration d'un régime mondial de responsabilité nucléaire répondant aux préoccupations de tous les États qui pourraient être touchés par un accident nucléaire, en vue d'une réparation appropriée des dommages nucléaires. Il demande notamment aux États Membres d'œuvrer à cette fin et, plus précisément, de considérer dûment la possibilité d'adhérer aux instruments internationaux de responsabilité nucléaire en tant que première étape vers l'instauration de ce régime. Il demande aussi au Groupe international d'experts en responsabilité nucléaire (INLEX) de l'AIEA de recommander des mesures destinées à faciliter la mise en place d'un tel régime mondial.

### **I.2. Activités internationales**

195. Outre la onzième réunion ordinaire de l'INLEX qui s'est tenue du 25 au 27 mai 2011, une session spéciale, consacrée à la mise en œuvre du Plan d'action de l'AIEA sur la sûreté nucléaire, a eu lieu du 14 au 16 décembre 2011.

196. À sa réunion de Mai, l'INLEX a examiné, entre autres : les faits nouveaux concernant la responsabilité civile nucléaire au sein de l'Union européenne (UE) ; une proposition tendant à autoriser les parties contractantes à exclure certains petits réacteurs de recherche et installations nucléaires en cours de déclassement du champ d'application des conventions internationales sur la responsabilité nucléaire ; ses propres activités d'information active ; le texte explicatif sur le Protocole

commun relatif à l'application de la Convention de Vienne et de la Convention de Paris ; enfin la création de l'Institut de droit nucléaire.

197. S'agissant de ses activités d'information active, l'INLEX a passé en revue les activités menées jusqu'alors, en particulier le cinquième atelier sur la responsabilité civile en matière de dommages nucléaires qui s'est tenu à Moscou du 5 au 7 juillet 2010 et a réuni plusieurs pays d'Europe orientale et d'Asie centrale, et l'atelier international sur la Convention sur la réparation complémentaire des dommages nucléaires, organisé par l'AIEA à Séoul les 10 et 11 février 2011. Il a également examiné des activités d'information active à mener à l'avenir.

198. S'agissant du texte explicatif sur le Protocole commun, l'INLEX en a approuvé la version révisée qui a été présentée par le Secrétariat et a demandé qu'elle soit publiée dans la collection Droit international de l'AIEA, au même titre que les textes explicatifs concernant la Convention de Vienne de 1997 et la Convention de 1997 sur la réparation complémentaire.

199. L'INLEX a aussi eu de premières discussions informelles sur les dispositions en matière de responsabilité et de réparation qui s'appliqueront à l'accident nucléaire de Fukushima Daiichi et sur les questions juridiques connexes concernant l'application de la législation japonaise pertinente. Il a été question de l'imputation de la responsabilité à l'exploitant, de l'indemnité du gouvernement en cas de séisme ou de tsunami et du concept d'exemption de la responsabilité en cas de dommage causé par un cataclysme naturel de caractère exceptionnel.

200. À la session spéciale de décembre 2011, le Groupe a examiné précisément son rôle dans la mise en œuvre du Plan d'action de l'AIEA sur la sûreté nucléaire. En particulier, ses membres se sont mis d'accord sur les activités à mener avant la prochaine réunion ordinaire en mai 2012 et ont eu des discussions préliminaires, en partant des travaux que l'INLEX a déjà effectués, sur les moyens d'établir un régime mondial de responsabilité qui prenne en compte les préoccupations de tous les États.

201. Pour ce qui est des activités à mener avant la prochaine réunion ordinaire, le Groupe a décidé que des missions AIEA/INLEX devraient être effectuées dans certains États cibles appropriés pour mettre en place un régime mondial de responsabilité nucléaire. Ces missions devraient s'adresser tout d'abord à des États exploitant des installations nucléaires qui ne sont actuellement couvertes par aucune convention en matière de responsabilité nucléaire. Le Groupe a aussi noté que, en plus des missions AIEA/INLEX, le Secrétariat poursuivra ses consultations officieuses avec les États Membres concernés au Siège de l'AIEA et il est d'accord pour que le Secrétariat y organise un atelier sur la responsabilité nucléaire à l'intention des diplomates et des experts d'États Membres, parallèlement à la réunion ordinaire de l'INLEX en mai 2012. Enfin, le Groupe a décidé que des présentations sur la responsabilité nucléaire devraient être effectuées aux réunions pertinentes de l'AIEA pendant l'année 2012.

202. Au cours des discussions préliminaires sur les moyens d'établir un régime mondial de responsabilité, le Groupe a aussi examiné plusieurs recommandations qui pourront être étudiées à sa prochaine réunion ordinaire en mai 2012.

### **I.3. Enjeux futurs**

203. Le principal enjeu pour l'avenir est l'instauration d'un régime mondial de responsabilité nucléaire comme évoqué dans le Plan d'action de l'AIEA sur la sûreté nucléaire. L'enjeu est mis en lumière par le nombre relativement faible de parties contractantes aux conventions en matière de responsabilité nucléaire, notamment celles adoptées sous les auspices de l'AIEA, après l'accident de Tchernobyl en 1986, dans le but de moderniser le régime.



204. Le Plan d'action spécifie que le régime mondial de responsabilité nucléaire à mettre en place se doit de répondre aux préoccupations de tous les États qui pourraient être touchés par un accident nucléaire, en vue d'une réparation appropriée des dommages nucléaires, et il demande tout particulièrement aux États de considérer dûment la possibilité d'adhérer aux instruments internationaux de responsabilité nucléaire en tant que première étape vers l'instauration de ce régime. L'assistance de l'INLEX à cet égard se manifesterà par des activités renforcées, comme décrit plus haut.

## J. Documents de référence clés

205. La présente section dresse la liste des documents de référence qui ont servi à l'élaboration du présent rapport. Ces documents sont indiqués pour référence avec les liens permettant d'accéder aux versions en ligne. Certains documents se trouvent sur le site web à accès restreint GOVATOM de l'Agence et certains sur son site web public.

1. *Projet de plan d'action de l'AIEA sur la sûreté nucléaire* (document GOV/2011/59-GC(55)/14) ; l'adoption du Plan d'action par le Conseil a été approuvée par la Conférence générale le 22 septembre 2011)
2. *IAEA International Fact Finding Expert Mission of the Nuclear Accident Following the Great East Japan Earthquake and Tsunami: Preliminary Summary* (résumé de mission publié le 1<sup>er</sup> juin 2011)
3. *Fukushima Daiichi Status Report* (rapport de l'Agence publié le 22 décembre 2011)
4. *Activités de l'AIEA en réaction à l'accident de Fukushima* (document GOV/INF/2011/8 publié le 6 juin 2011)
5. *Report of Japanese Government to IAEA Ministerial Conference on Nuclear Safety - Accident at TEPCO's Fukushima Nuclear Power Stations* (communications à l'AIEA de la mission permanente du Japon les 7 juin et 12 septembre 2011)
6. *Déclaration de la Conférence ministérielle de l'AIEA sur la sûreté nucléaire, Vienne, le 20 juin 2011* (document INFCIRC/821 publié le 21 juin 2011)  
*Conférence ministérielle de l'AIEA sur la sûreté nucléaire 20-24 juin 2011* (document GOV/INF/2011/13-GC(55)/INF/10 publié le 9 septembre 2011)
7. *Premières avancées dans la mise en œuvre du Plan d'action de l'AIEA sur la sûreté nucléaire* (document GOV/INF/2011/15 publié le 15 novembre 2011)
8. *Summary Report of the Preliminary Findings of the IAEA Mission on Remediation of Large Contaminated Areas Off-site the Fukushima Dai-ichi NPP 7-15 October 2011, Japan* (rapport publié le 14 octobre 2011)
9. *Final Report of the International Mission on Remediation of Large Contaminated Areas Off-site the Fukushima Dai-chii NPP. 7-15 October 2011, Japan* (rapport de l'Agence publié le 15 novembre 2011)
10. *A Methodology for Member States to Assess the Safety Vulnerabilities of Nuclear Power Plants against Site Specific Extreme Natural Hazards* (document de l'Agence publié le 16 novembre 2011)
11. Appendice : Normes de sûreté de l'AIEA : activités menées en 2011.

# Appendice

## Normes de sûreté de l'AIEA : activités menées en 2011

### A. Résumé

1. Le quatrième mandat de la Commission des normes de sûreté (CSS), qui a commencé en janvier 2008, s'est achevé en 2011. Le Président de la Commission, André-Claude Lacoste, a remis au Directeur général un rapport qui met en relief les principaux résultats obtenus au cours de ce mandat de quatre ans ainsi que les défis et les recommandations pour l'avenir<sup>59</sup>.
2. Le rapport fait notamment ressortir les progrès considérables réalisés vers :
  - la mise en place d'une structure à long terme des normes de sûreté selon une approche logique descendante et l'optimisation des guides de sûreté ;
  - l'élaboration d'un document sur les stratégies et processus pour l'établissement des normes de sûreté de l'AIEA<sup>60</sup> ;
  - la mise en place d'un cadre conceptuel à court terme et d'un autre à long terme pour tenir compte des synergies entre la sûreté et la sécurité ;
  - l'élaboration d'un plan pour l'examen des normes de sûreté de l'AIEA suite à l'accident de Fukushima.

### A.1. Structure et présentation à long terme des normes de sûreté de l'AIEA

3. En mai 2008, la Commission a approuvé la feuille de route concernant la structure à long terme des normes de sûreté.
4. En septembre 2008, elle a approuvé l'application de cette feuille de route, avec la structure à long terme des prescriptions de sûreté. Cette feuille de route prévoit d'intégrer les prescriptions de sûreté thématiques dans un ensemble de prescriptions générales de sûreté, complété par une série de prescriptions de sûreté particulières pour certaines installations et activités. En ce qui concerne les prescriptions générales de sûreté et les prescriptions de sûreté particulières, une nouvelle présentation a également été adoptée, avec un ensemble distinct de prescriptions globales suivi des prescriptions des conditions associées à remplir.
5. La CSS a aussi approuvé en septembre 2008 des critères visant à optimiser la structure à long terme des guides de sûreté, ce qui a débouché sur une liste de référence de guides de sûreté que la Commission a ensuite approuvée en octobre 2009.

---

<sup>59</sup> *Commission on Safety Standards – Fourth Term Report 2008–2011* (publié le 7 décembre 2011). Le rapport peut être téléchargé à l'adresse suivante : <http://www-ns.iaea.org/committees/files/css/204/CSS4vreport2008-2011final12December2011.doc>.

<sup>60</sup> *Strategies and Processes for the Establishment of IAEA Safety Standards (SPSS) — Version 1.1*, 10 mars 2011. Le document peut être téléchargé à l'adresse suivante : <http://www-ns.iaea.org/downloads/standards/spss.pdf>.

## **A.2. Stratégies et processus pour l'établissement des normes de sûreté de l'AIEA**

6. La première version du document intitulé *Strategies and Processes for the Establishment of IAEA Safety Standards* (SPESS) (Stratégies et processus pour l'établissement des normes de sûreté de l'AIEA) a été publiée en 2010. Ce document met en œuvre la feuille de route relative à la structure à long terme des normes de sûreté, améliore la structure et la présentation des prescriptions de sûreté et donne un ensemble de référence de guides de sûreté. Il contient également tous les documents d'orientation et de stratégie établis par le Secrétariat et approuvés par la CSS.

## **A.3. Synergies et interface entre les collections Normes de sûreté et Sécurité nucléaire de l'AIEA**

7. Une réunion commune du Groupe consultatif sur la sécurité nucléaire (AdSec) et de la CSS a été tenue en avril 2009 pour échanger des points de vue sur les questions liées aux synergies et aux interfaces entre la sûreté et la sécurité.

8. Suite aux recommandations formulées lors de cette réunion commune, le Secrétariat a décidé de créer une équipe spéciale commune AdSec/CSS, coprésidée par les présidents de l'AdSec et de la CSS, avec une participation égale des membres des deux groupes et une participation active du Secrétariat. L'objectif initial de la création de cette équipe spéciale était d'étudier les améliorations pratiques à apporter aux processus d'examen et d'approbation des projets de publication de la collection Sécurité nucléaire, ainsi que la faisabilité à long terme d'une collection intégrée de normes de sûreté et de sécurité.

9. L'équipe spéciale s'est réunie quatre fois entre octobre 2009 et mai 2011. Lors d'une réunion commune organisée en novembre 2011, elle a élaboré et soumis un rapport unifié à l'AdSec et à la CSS. En outre, les participants à la réunion se sont entendus sur les quatre principes suivants proposés par l'équipe spéciale :

1. La sécurité et la sûreté nucléaires sont aussi importantes l'une que l'autre et le processus d'examen/d'approbation devrait refléter ce fait ;
2. Les canevas de préparation de document (CPD) sur la sûreté et sur la sécurité nucléaire devraient être examinés de sorte que l'on puisse identifier/définir des interfaces, le cas échéant ;
3. Les projets de publication sur la sûreté et sur la sécurité nucléaire pour lesquels des interfaces ont été identifiées devraient être élaborés en consultation ;
4. Après l'application des principes 2 et 3, les projets de publication sur la sûreté et sur la sécurité nucléaire devraient être examinés et approuvés de façon à garantir une coordination efficace et l'acceptation des fondements de sûreté et des fondements de la sécurité nucléaire.

10. Aux fins de la réalisation de l'objectif à court terme qui est d'améliorer le processus d'examen et d'approbation des projets de publication de la collection Sécurité nucléaire, le rapport de l'équipe spéciale commune a recommandé au Directeur général de créer un organe permanent, un comité des orientations sur la sécurité nucléaire (NSGC), ouvert à tous les États Membres, qui formulerait des recommandations sur l'élaboration et l'examen des publications de la collection Sécurité nucléaire. Comme cadre conceptuel à long terme de la structure d'un tel comité pour l'examen et l'approbation des projets de publication sur la sûreté et la sécurité nucléaires, le rapport de l'équipe spéciale commune a proposé la création d'une commission d'une collection Sûreté et Sécurité ;

ce cadre conceptuel à long terme devrait être révisé si nécessaire, à la lumière de l'expérience acquise avec les activités du NSGC.

#### **A.4. Examen des normes de sûreté de l'AIEA suite à l'accident de Fukushima**

11. Le Plan d'action de l'AIEA sur la sûreté nucléaire [1] comprend les mesures suivantes :
12. La Commission des normes de sûreté et le Secrétariat examineront et réviseront les normes de sûreté pertinentes par ordre de priorité, selon que de besoin, en utilisant le processus existant plus efficacement<sup>61</sup>.
13. Les États Membres utiliseront les normes de sûreté aussi largement et aussi efficacement que possible, en temps voulu et de manière ouverte et transparente. Le Secrétariat continuera de fournir un appui et une assistance pour l'application et la mise en œuvre de ces normes.
14. En vue de la mise en œuvre de ces mesures, un premier projet de plan d'action pour l'examen des normes de sûreté de l'AIEA<sup>62</sup> a été établi par le Secrétariat et soumis à la CSS à sa réunion de novembre 2011. Ce projet décrit les modalités d'examen des normes de sûreté – portée, hiérarchisation, approche, processus et calendrier d'examen – ainsi que les possibilités de révision ultérieure de ces normes si nécessaire [10].
15. Compte tenu de l'ampleur de l'accident de Fukushima, la CSS a recommandé que l'Agence crée un organisme technique central chargé de collecter, de classer et de valider les informations et les enseignements tirés de l'accident.
16. Les membres de la CSS sont convenus de continuer à contribuer à l'élaboration du projet de plan d'action pour l'examen des normes de sûreté de l'AIEA et se sont félicités de ce que le Secrétariat avait commencé à le mettre en œuvre.
17. La CSS a noté que l'examen et, si nécessaire, la révision des normes de sûreté pertinentes suite à l'accident de Fukushima était un processus continu ; à cet effet, la collecte de données factuelles et l'élaboration des enseignements ont commencé en novembre 2011.
18. La CSS a par ailleurs noté que le plan proposé serait un document évolutif à mettre à jour continuellement sur la base des futures discussions des comités des normes de sûreté et de la Commission elle-même, des initiatives prises par d'autres organisations internationales, des résultats des mesures nationales et régionales adoptées suite à l'accident de Fukushima, ainsi que des conclusions de la réunion extraordinaire des Parties contractantes à la Convention sur la sûreté nucléaire tenue en août 2012.

---

<sup>61</sup> Cet examen pourrait porter, entre autres, sur la structure réglementaire, la préparation et la conduite des interventions d'urgence et la sûreté et le génie nucléaires (sélection et évaluation de sites, évaluation des risques naturels extrêmes, y compris de leurs effets combinés, gestion des accidents graves, perte de réseau, perte de source froide, accumulation de gaz explosifs, comportement du combustible nucléaire et moyens d'assurer la sûreté de l'entreposage du combustible usé).

<sup>62</sup> Voir <http://www-ns.iaea.org/committees/comments/default.asp?fd=1114>.

## B. État actuel des normes de sûreté de l'AIEA

### B.1. Fondements de sûreté

SF-1 Principes fondamentaux de sûreté (2007). Coparrainé par l'AEN, EURATOM, la FAO, l'OIT, l'OMI, l'OMS, l'OPS et la PNUE.

### B.2. Normes générales de sûreté (applicables à toutes les installations et activités)

GSR Part 1 Cadre gouvernemental, législatif et réglementaire de la sûreté (2010)  
GS-R-3 Système de gestion des installations et des activités (2011)  
GSR Part 3 Radiation Protection and Safety of Radiation Sources – Revision of the International BSS, Interim Edition (2011)  
GSR Part 4 Évaluation de la sûreté des installations et activités (2009)  
GSR Part 5 Gestion des déchets radioactifs avant stockage définitif (2009)  
WS-R-5 Déclassement des installations utilisant des matières radioactives (2009)  
GS-R-2 Préparation et intervention en cas de situation d'urgence nucléaire ou radiologique (2004). Coparrainé par l'AEN, le BCAH, la FAO, l'OIT, l'OMS et l'OPS.  
GS-G-2.1 Arrangements for Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency (2007). Coparrainé par le BCAH, la FAO, l'OIT, l'OMS et l'OPS.  
GS-G-3.1 Application of the Management System for Facilities and Activities (2006)  
GS-G-3.2 Le système de gestion des services techniques en sûreté radiologique (2008)  
GS-G-3.3 The Management System for the Processing, Handling and Storage of Radioactive Waste (2008)  
GSG-1 Classification of Radioactive Waste (2009)  
RS-G-1.1 Radioprotection professionnelle (2004). Coparrainé par l'OIT.  
RS-G-1.2 Évaluation de l'exposition professionnelle due à l'incorporation de radionucléides (2004). Coparrainé par l'OIT.  
RS-G-1.3 Évaluation de l'exposition professionnelle due aux sources externes de rayonnements (2004). Coparrainé par l'OIT.  
RS-G-1.4 Établissement de la compétence en radioprotection et utilisation sûre des sources de rayonnements (2005). Coparrainé par l'OIT, l'OMS et l'OPS.  
RS-G-1.7 Application of the Concepts of Exclusion, Exemption and Clearance (2004)  
RS-G-1.8 Environmental and Source Monitoring for Purposes of Radiation Protection (2005)  
RS-G-1.9 Catégorisation des sources radioactives (2011)  
WS-G-2.3 Contrôle réglementaire des rejets radioactifs dans l'environnement (2005) (en cours de révision)  
WS-G-2.5 Predisposal Management of Low and Intermediate Level Radioactive Waste (2003) (en cours de révision)  
WS-G-2.6 Predisposal Management of High Level Radioactive Waste (2003) (en cours de révision)  
WS-G-3.1 Remediation Process for Areas Affected by Past Activities and Accidents (2007)  
WS-G-5.1 Release of Sites from Regulatory Control on Termination of Practices (2006)  
WS-G-5.2 Safety Assessment for the decommissioning of Facilities Using Radioactive Material (2008)  
WS-G-6.1 Storage of Radioactive Waste (2006)  
GSG-2 Critères à utiliser pour la préparation et la conduite des interventions en cas d'urgence nucléaire ou radiologique (2012)

## **B.3. Normes de sûreté particulières (applicables à certaines installations et activités)**

### **B.3.1. Centrales nucléaires**

NS-R-1	Sûreté des centrales nucléaires : Conception (2005) (en cours de révision)
SSR-2/2	Safety of Nuclear Power Plants: Commissioning and Operation (2011)
NS-R-3	Évaluation des sites d'installations nucléaires (2010)
GS-G-1.1	Organisation et dotation en effectifs d'un organisme de réglementation des installations nucléaires (2004)
GS-G-1.2	Examen-évaluation des installations nucléaires par l'organisme de réglementation (2004)
GS-G-1.3	Inspection réglementaire des installations nucléaires et pouvoir de coercition de l'organisme de réglementation (2004)
GS-G-1.4	Documentation à utiliser pour la réglementation des installations nucléaires (2004)
GS-G-3.5	The Management System for Nuclear Installations (2009)
SSG-12	Licensing Process for Nuclear Installations (2010)
GS-G-4.1	Format and Content of the Safety Analysis report for Nuclear Power Plants (2004)
NS-G-1.1	Logiciels destinés aux systèmes programmés importants pour la sûreté des centrales nucléaires (2004) (en cours de révision)
NS-G-1.3	Systèmes d'instrumentation et de contrôle-commande importants pour la sûreté des centrales nucléaires (2005) (en cours de révision)
NS-G-1.4	Design of Fuel Handling and Storage Systems for Nuclear Power Plants (2003)
NS-G-1.5	External Events Excluding Earthquakes in the Design of Nuclear Power Plants (2003)
NS-G-1.6	Seismic Design and Qualification for Nuclear Power Plants (2003)
NS-G-1.7	Protection against Internal Fires and Explosions in the Design of Nuclear Power Plants (2004)
NS-G-1.8	Design of Emergency Power Systems for Nuclear Power Plants (2004) (under revision)
NS-G-1.9	Design of the Reactor Coolant System and Associated Systems in Nuclear Power Plants (2004)
NS-G-1.10	Design of Reactor Containment Systems for Nuclear Power Plants (2004)
NS-G-1.11	Protection against Internal Hazards other than Fires and Explosions in the Design of Nuclear Power Plants (2004)
NS-G-1.12	Design of the Reactor Core for Nuclear Power Plants (2005)
NS-G-1.13	Radiation Protection Aspects of Design for Nuclear Power Plants (2005)
NS-G-2.1	Protection contre l'incendie des centrales nucléaires en exploitation (2004)
NS-G-2.2	Limites et conditions d'exploitation et procédures de conduite des centrales nucléaires (2005)
NS-G-2.3	Modifications des centrales nucléaires (2005)
NS-G-2.4	L'organisme exploitant des centrales nucléaires (2005)
NS-G-2.5	Core Management and Fuel Handling for Nuclear Power Plants (2002)
NS-G-2.6	Maintenance, Surveillance and In-Service Inspection in Nuclear Power Plants (2002)
NS-G-2.7	Radiation Protection and Radioactive Waste Management in the Operation of Nuclear Power Plants (2002)
NS-G-2.8	Recruitment, Qualification and Training of Personnel for Nuclear Power Plants (2002)
NS-G-2.9	Commissioning for Nuclear Power Plants (2003) (under revision)
NS-G-2.10	Periodic Safety Review of Nuclear Power Plants (2003) (under revision)
NS-G-2.11	A System for the Feedback of Experience from Events in Nuclear Installations (2006)
NS-G-2.12	Ageing Management for Nuclear Power Plants (2009)
NS-G-2.13	Evaluation of Seismic Safety for Existing Nuclear Installations (2009)

NS-G-2.14	Conduct of Operations at Nuclear Power Plants (2008)
NS-G-2.15	Severe Accident Management Programmes for Nuclear Power Plants (2009)
SSG-13	Chemistry Programme for Water Cooled Nuclear Power Plants (2011)
NS-G-3.1	Les événements externes d'origine humaine dans l'évaluation des sites de centrales nucléaires (2006)
NS-G-3.2	Dispersion of Radioactive Material in Air and Water and Consideration of Population Distribution in Site Evaluation for Nuclear Power Plants (2002) (en cours de révision)
SSG-9	Seismic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations (2010)
SSG-18	Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations (2011)
NS-G-3.4	Meteorological Events in Site Evaluation for Nuclear Power Plants (2003) (en cours de révision)
NS-G-3.5	Flood hazard for Nuclear Power Plants on Coastal and River Sites (2003) (en cours de révision)
NS-G-3.6	Geotechnical Aspects of Site Evaluation and Foundations for Nuclear Power Plants (2005)
SSG-2	Deterministic Safety Analysis for Nuclear Power Plants (2009)
SSG-3	Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants (2010)
SSG-4	Development and Application of Level 2 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants (2010)
WS-G-2.1	Déclassement des centrales nucléaires et des réacteurs de recherche (2004) (en cours de révision)
79	Design of Radioactive Waste Management Systems at Nuclear Power Plants (1986) (en cours de révision)

### **B.3.2. Réacteurs de recherche**

NS-R-3	Évaluation des sites d'installations nucléaires (2010)
NS-R-4	Sûreté des réacteurs de recherche (2010)
SSG-9	Seismic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations (2010)
SSG-18	Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations (2011)
GS-G-1.1	Organisation et dotation en effectifs d'un organisme de réglementation des installations nucléaires (2004)
GS-G-1.2	Examen-évaluation des installations nucléaires par l'organisme de réglementation (2004)
GS-G-1.3	Inspection réglementaire des installations nucléaires et pouvoir de coercition de l'organisme de réglementation (2004)
GS-G-1.4	Documentation à utiliser pour la réglementation des installations nucléaires (2004)
GS-G-3.5	The Management System for Nuclear Installations (2009)
SSG-12	Licensing Process for Nuclear Installations (2010)
NS-G-2.11	A System for the Feedback of Experience from Events in Nuclear Installations (2006)
NS-G-2.13	Evaluation of Seismic Safety for Existing Nuclear Installations (2009)
NS-G-4.1	Commissioning of Research Reactors (2006)
NS-G-4.2	Maintenance, Periodic Testing and Inspection of Research Reactors (2006)
NS-G-4.3	Core Management and Fuel Handling for Research Reactors (2008)
NS-G-4.4	Operational Limits and Conditions and Operating Procedures for Research Reactors (2008)
NS-G-4.5	The Operating Organization and the Recruitment, Training and Qualification of Personnel for Research Reactors (2008)
NS-G-4.6	Radiation Protection and Radioactive Waste Management in the Design and Operation of Research Reactors (2008)



WS-G-2.1	Déclassement des centrales nucléaires et des réacteurs de recherche (2004) (en cours de révision)
SSG-10	Ageing Management for Research Reactors (2010)
35-G1	Évaluation de la sûreté des réacteurs de recherche et établissement du rapport de sûreté (2004) (en cours de révision)
35-G2	La sûreté dans le cadre de l'utilisation et de la modification des réacteurs de recherche (2005) (en cours de révision)

### **B.3.3. Installations du cycle du combustible**

NS-R-3	Évaluation des sites d'installations nucléaires (2010)
NS-R-5	Safety of Nuclear Fuel Cycle Facilities (2008) (en cours de révision)
SSG-9	Seismic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations (2010)
SSG-18	Meteorological and Hydrological Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations (2011)
GS-G-1.1	Organisation et dotation en effectifs d'un organisme de réglementation des installations nucléaires (2004)
GS-G-1.2	Examen-évaluation des installations nucléaires par l'organisme de réglementation (2004)
GS-G-1.3	Inspection réglementaire des installations nucléaires et pouvoir de coercition de l'organisme de réglementation (2004)
GS-G-1.4	Documentation à utiliser pour la réglementation des installations nucléaires (2004)
GS-G-3.5	The Management System for Nuclear Installations (2009)
SSG-12	Licensing Process for Nuclear Installations (2010)
NS-G-2.11	A System for the Feedback of Experience from Events in Nuclear Installations (2006)
NS-G-2.13	Evaluation of Seismic Safety for Existing Nuclear Installations (2009)
SSG-5	Safety of Conversion Facilities and Uranium Enrichment Facilities (2010)
SSG-6	Safety of Uranium Fuel Fabrication Facilities (2010)
SSG-7	Safety of Uranium and Plutonium Mixed Oxide Fuel Fabrication Facilities (2010)
WS-G-2.4	Déclassement des installations du cycle du combustible (2004) (en cours de révision)
116	Design of Spent Fuel Storage Facilities (1995) (en cours de révision)
117	Operation of Spent Fuel Storage Facilities (1995) (en cours de révision)

### **B.3.4. Installations de stockage définitif des déchets radioactifs**

SSR-5	Stockage définitif des déchets radioactifs (2011)
GS-G-1.1	Organisation et dotation en effectifs d'un organisme de réglementation des installations nucléaires (2004)
GS-G-1.2	Examen-évaluation des installations nucléaires par l'organisme de réglementation (2004)
GS-G-1.3	Inspection réglementaire des installations nucléaires et pouvoir de coercition de l'organisme de réglementation (2004)
GS-G-1.4	Documentation à utiliser pour la réglementation des installations nucléaires (2004)
GS-G-3.4	The Management System for the Disposal of Radioactive Waste (2008)
SSG-1	Borehole Disposal Facilities for Radioactive Waste (2009)
WS-G-1.1	Évaluation de la sûreté du stockage en surface ou sub-surface des déchets radioactifs (2004) (en cours de révision)
111-G-3.1	Siting of Near Surface Disposal Facilities (1994) (under revision)
SSG-14	Geological Disposal Facilities for Radioactive Waste (2011)

### **B.3.5. Extraction et préparation de minerais**

- RS-G-1.6 Occupational Radiation Protection in the Mining and Processing of Raw Materials (2004)
- WS-G-1.2 Management of Radioactive Waste from the Mining and Milling of Ores (2002) (en cours de révision)

### **B.3.6. Applications des sources de rayonnements**

- GSR Part 3 Radiation Protection and Safety of Radiation Sources – Revision of the International BSS, Interim Edition (2011)
- GS-G-1.5 Contrôle réglementaire des sources de rayonnements (2011). Coparrainé par la FAO, l'OIT, l'OMS et l'OPS.
- RS-G-1.4 Établissement de la compétence en radioprotection et utilisation sûre des sources de rayonnements (2005). Coparrainé par l'OIT, l'OMS et l'OPS.
- RS-G-1.5 Protection radiologique relative à l'exposition médicale aux rayonnements ionisants (2005). Coparrainé par l'OMS et l'OPS (en cours de révision).
- RS-G-1.9 Catégorisation des sources radioactives (2011)
- RS-G-1.10 Sûreté des générateurs de rayonnements et des sources radioactives scellées (2008). Coparrainé par l'OIT, l'OMS et l'OPS.
- WS-G-2.2 Déclassement des installations médicales, industrielles et de recherche (2004) (en cours de révision)
- WS-G-2.7 Management of Waste from the Use of Radioactive Materials in Medicine, Industry, Agriculture, Research and Education (2005)
- SSG-8 Radiation Safety of Gamma, Electron and X Ray Irradiation Facilities (2010)
- SSG-11 Radiation Safety in Industrial Radiography (2011)
- SSG-19 National Strategy for Regaining Control over Orphan Sources and Improving Control over Vulnerable Sources (2011)

### **B.3.7. Transport des matières radioactives**

- TS-R-1 Règlement de transport des matières radioactives – Édition de 2009 (2009) (en cours de révision)
- TS-G-1.1 Rev1 Advisory Material for the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material (2008) (en cours de révision)
- TS-G-1.2 Planning and Preparing for Emergency Response to Transport Accidents Involving Radioactive Material (2002)
- TS-G-1.3 Radiation Protection Programmes for the Transport of Radioactive Material (2007)
- TS-G-1.4 The Management System for the Safe Transport of Radioactive Material (2008)
- TS-G-1.5 Compliance Assurance for the Safe Transport of Radioactive Material (2009)
- TS-G-1.6 Schedules of Provisions of the IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material (2005 Edition) (2010)



