

# Efforts de l'AIEA pour améliorer la sûreté d'exploitation des centrales nucléaires

par L.G. Epel, L.F. Franzen et V. Osmachkin\*

Les activités visant à renforcer la sûreté d'exploitation des centrales nucléaires représentent chaque année dans le monde entier des dépenses de plusieurs centaines de millions de dollars et des milliers d'années de travail. Toutefois, la plupart de ces activités de recherche-développement, d'étude et d'analyse, de réglementation et d'établissement de normes sont accomplies dans la demi-douzaine d'Etats Membres avancés qui fournissent la technologie de l'énergie nucléaire à tous les autres Etats. Les pays en développement, en revanche, ne peuvent pas consacrer de ressources considérables à des programmes de sûreté nucléaire, et ils dépendent donc de leurs fournisseurs pour la majeure partie de cette technologie. C'est dans le domaine du transfert de la technologie de la sûreté nucléaire aux pays en développement que l'Agence peut se révéler très efficace.

L'expérience d'exploitation des centrales nucléaires civiles accumulée jusqu'à présent est d'environ 3000 années-réacteur. Beaucoup estiment que le bilan de sûreté de l'industrie nucléaire est supérieur à celui de toute autre industrie présentant des risques comparables. Même l'accident qui a eu le plus de notoriété, celui de Three Mile Island, a entraîné une irradiation supplémentaire du public qui ne représentait qu'une petite fraction de celle qu'il reçoit en un an de sources naturelles. Bien que l'excellent bilan de sûreté de l'industrie nucléaire commerciale soit dû aux efforts combinés des chercheurs, des ingénieurs, des fabricants, des constructeurs et des responsables de la réglementation, c'est l'organisme exploitant qui est responsable au premier chef de la sûreté de la centrale, du public et de l'environnement. Une centrale nucléaire normale peut employer deux ou trois cent personnes pour son fonctionnement quotidien. Sur ce nombre une soixantaine seulement s'occupent directement du fonctionnement de la partie matérielle de la centrale; les autres assument des fonctions de soutien vitales, comme la surveillance radiologique, l'entretien de l'appareillage électrique et mécanique, le contrôle de la chimie de la centrale, la planification et les calendriers d'exécution, l'assurance de la qualité, la formation, et l'analyse des opérations en cours.

\* M. Franzen et M. Osmachkin sont membres du personnel de la Section de la sûreté des installations nucléaires à la Division de la sûreté nucléaire de l'Agence. M. Epel est un ancien membre du personnel qui travaille actuellement au Laboratoire national de Brookhaven, Upton, N.Y. 11973 (Etats-Unis).

## Généralités

Au début de 1983, il existait près de 300 réacteurs nucléaires produisant de l'électricité dans 25 pays (voir tableau 1). Ces réacteurs représentaient une puissance électrique de près de 174 000 MW, soit plus de 8% de la capacité mondiale totale. On pense qu'en 1985 l'électricité produite par les centrales nucléaires représentera environ 17% de la production mondiale totale. On prévoit que 200 unités nouvelles d'une puissance de près de 185 000 MW commenceront à fonctionner entre 1983 et 1987.

Comme il ressort du tableau 1, 21 centrales étaient en exploitation dans des pays en développement au 1er janvier 1983; ce chiffre sera porté à plus du double au cours des cinq prochaines années. Ce fait posera un problème pour la communauté nucléaire, non seulement à cause du nombre de centrales nouvelles, mais aussi parce que la sûreté d'exploitation comporte de nombreux aspects. Certains problèmes viennent de la complexité inhérente à toute centrale nucléaire particulière. D'autres découlent de ce qu'une gamme variée de réacteurs tout à fait différents — réacteurs à eau sous pression, réacteurs à eau bouillante, réacteurs à tubes de force et réacteurs refroidis par un gaz — a été mise au point par divers vendeurs.

En outre, ces types de réacteurs ont été modifiés au cours des années en fonction de l'expérience acquise et compte tenu de la tendance à construire des unités plus puissantes et de l'évolution des prescriptions de sûreté. Il en est résulté non seulement une diversité de modèles, mais aussi des différences quant aux conceptions de la sûreté adoptées par les divers pays, aux équipements de sûreté, aux enceintes de confinement, au choix des sites, etc. Des difficultés peuvent surgir même lorsqu'un type de réacteur est éprouvé. Etant donné qu'il faut environ six à douze ans pour construire une centrale, la centrale achevée peut ne pas être conforme à toutes les prescriptions de sûreté élaborées pendant sa construction. Il faut alors faire face aux problèmes que posent la mise en conformité de la centrale et la mise à jour de ses procédures d'exploitation. Naturellement, cela est également vrai pour les centrales achevées quelques années auparavant et qui ont fonctionné pendant une période relativement longue.

Etant donné que l'exploitation des centrales nucléaires est au centre même de la sûreté et que dans l'esprit du public les réacteurs nucléaires posent l'un des problèmes les plus graves concernant la santé et la

Tableau 1. Centrales nucléaires en exploitation au 1er janvier 1983

Pays	Année du début de l'exploitation				Total	Capacité totale (MWe)	Tranches supplémentaires prévues pour 1983-1987	
	Avant 1968	1968-72	1973-77	1978-82			Nombre de tranches	Capacité (MWe)
<b>Pays développés</b>								
Afrique du Sud	—	—	—	—	—	—	2	1 842
Allemagne, République fédérale d'	3	3	4	5	15	9 831	9	9 411
Belgique	1	—	3	2	6	3 463	2	2 012
Canada	2	4	4	4	14	6 686	8	5 064
Espagne	—	3	—	1	4	1 973	12	11 156
Etats-Unis d'Amérique	6	19	39	16	80	62 376	55	60 368
Finlande	—	—	1	3	4	2 160	—	—
France	5	3	3	21	32	23 355	26	28 940
Italie	2	—	—	1	3	1 232	2	1 964
Japon	1	4	10	10	25	16 589	11	10 289
Pays-Bas	—	1	1	—	2	501	—	—
République démocratique allemande	1	—	3	1	5	1 694	7	2 868
Royaume-Uni	24	3	4	1	32	6 470	8	5 066
Suède	—	1	5	4	10	7 330	2	2 110
Suisse	—	3	—	1	4	1 940	1	942
URSS	10	4	13	13	40	17 876	22	22 420
<b>TOTAL</b>	<b>55</b>	<b>48</b>	<b>90</b>	<b>83</b>	<b>276</b>	<b>163 476</b>	<b>167</b>	<b>164 452</b>
<b>Pays en développement</b>								
Argentine	—	—	1	—	1	335	2	1 291
Bulgarie	—	—	2	2	4	1 632	2	2 000
Bésil	—	—	—	1	1	626	1	1 245
Corée, République de	—	—	1	1	2	1 193	6	5 284
Cuba	—	—	—	—	—	—	1	408
Hongrie	—	—	—	1	1	408	3	1 224
Inde	—	3	—	1	4	809	4	880
Mexique	—	—	—	—	—	—	2	1 308
Pakistan	—	1	—	—	1	125	—	—
Philippines	—	—	—	—	—	—	1	620
Roumanie	—	—	—	—	—	—	1	660
Taiwan	—	—	—	4	4	3 110	2	1 814
Tchécoslovaquie	—	—	—	2	2	762	8	3 354
Yougoslavie	—	—	—	1	1	632	—	—
<b>TOTAL</b>	<b>—</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>13</b>	<b>21</b>	<b>9 632</b>	<b>33</b>	<b>20 088</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>55</b>	<b>52</b>	<b>94</b>	<b>96</b>	<b>297</b>	<b>173 108</b>	<b>200</b>	<b>184 540</b>

Source: AIEA, Système de documentation sur les réacteurs de puissance

qualité de l'environnement, l'AIEA a appuyé depuis de nombreuses années des programmes visant à renforcer la sûreté d'exploitation des centrales nucléaires. Elle l'a fait de trois façons: en établissant des normes et guides de sûreté, en favorisant les échanges de renseignements et en fournissant divers services consultatifs. Deux programmes relativement récents ont abouti à la création d'équipes d'examen de la sûreté d'exploitation et du système de notification des incidents.

#### Normes de sûreté, échanges de renseignements et services consultatifs

Depuis sa création, l'Agence a consacré une bonne part de ses activités à mettre au point des normes de sûreté dans le domaine nucléaire. Les principales publications de l'AIEA ayant trait au fonctionnement des

centrales nucléaires sont les Normes fondamentales de radioprotection (Collection sécurité n° 9); et les documents du programme sur les normes de sûreté nucléaire (programme NUSS) concernant l'exploitation (publié dans la série 50 de la Collection sécurité). Le premier document traite du système de limitation des doses pour les personnes exposées aux rayonnements en raison de leur travail et pour le public en général; il s'appuie sur les recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR). Les documents du programme NUSS comprennent un code de bonne pratique et onze guides qui fixent les exigences fondamentales de la sûreté d'exploitation des centrales nucléaires. Ils traitent d'aspects de la sûreté tels que la dotation en personnel, les inspections en service, les limites d'exploitation et la surveillance des effluents.

Un des moyens les plus efficaces d'améliorer la sûreté d'exploitation est d'assurer un échange permanent de renseignements et de données d'expérience sur l'exploitation. Lors des conférences, colloques, séminaires, sessions de travail et réunions techniques, les Etats Membres peuvent constamment mettre à jour ce qu'ils savent des tendances et des techniques actuelles en matière de sûreté. Le transfert de la technologie de sûreté est assuré aussi par des cours de formation et des bourses d'étude offerts à du personnel qualifié de pays en développement. Chaque année, un certain nombre de spécialistes de pays en développement sont envoyés dans les Etats Membres avancés pour des périodes allant de un mois à un an afin d'y recevoir une formation directe en travaillant sur des simulateurs, dans des laboratoires, dans l'industrie ou dans un organisme réglementaire.

Les services consultatifs constituent probablement la forme d'intervention la plus directe de l'Agence pour ce qui est de renforcer la sûreté d'exploitation; ces services consistent principalement en missions auprès des autorités réglementaires, des producteurs d'électricité et de leurs consultants. Des missions de sûreté concernant les cinq domaines du programme NUSS – organisation gouvernementale, choix des sites, conception, exploitation et assurance de la qualité – se rendent dans les pays qui demandent une assistance. Outre ces missions générales, il existe également des missions spécialisées sur les questions liées à la sûreté qui conseillent les Etats Membres sur des problèmes particuliers. Des missions de ce genre ont été organisées pour évaluer les mouvements vibratoires de générateurs de vapeur, pour appliquer des codes de calcul, pour fournir des conseils sur les plans d'intervention en cas d'urgence et pour étudier les spécifications techniques pour une centrale. Une mission récente chargée d'évaluer la sûreté d'exploitation d'une centrale qui était portée à sa pleine puissance et que le vendeur remettait au producteur d'électricité a été si utile au gouvernement qui l'avait demandée, qu'il a été décidé de faire de ce genre de mission un service régulier de l'Agence.

### Equipes d'examen de la sûreté d'exploitation

Au cours de la session de 1982 de la Conférence générale de l'AIEA, le Directeur général a annoncé la mise en place d'un nouveau service de l'Agence, les équipes d'examen de la sûreté d'exploitation. Dans le cadre de ce service, des équipes d'experts seront envoyées aux Etats Membres qui en feront la demande pour examiner l'état d'une centrale et évaluer si elle peut continuer à être exploitée en toute sûreté. Un certain nombre de demandes ont déjà été reçues de la part d'Etats Membres et deux ou trois examens seront effectués en 1983. Il est prévu qu'au moment où le programme viendra à maturité, c'est-à-dire dans les quelques prochaines années, il sera possible de faire annuellement de 4 à 6 examens.

Chaque équipe comprendra deux ou trois fonctionnaires de l'Agence et trois ou quatre consultants extérieurs ayant une longue expérience en matière de sûreté des centrales nucléaires. Les experts varieront suivant les équipes en fonction du type de centrale examinée. Ce service sera fourni uniquement aux organismes

réglementaires des Etats Membres et agira indépendamment du producteur d'électricité et de ses consultants, entrepreneurs et fournisseurs.

Pour leur préparation préliminaire, les équipes utiliseront les résultats de l'évaluation de sûreté faite à l'occasion de la procédure d'autorisation de la centrale. Ce sera le meilleur moyen de se familiariser avec les caractéristiques de sûreté de la centrale. Les renseignements ainsi obtenus seront complétés par l'étude d'autres documents relatifs à l'historique d'exploitation de la centrale, aux procédures d'exploitation, à l'organisation, et à la qualification du personnel. L'examen sur place, qui durera environ trois semaines, comprendra l'examen des dossiers de la centrale, l'observation des procédures suivies, et des échanges de vue avec le personnel d'exploitation.

Les principaux domaines ci-après, considérés comme ayant une importance décisive pour la sûreté d'exploitation seront étudiés de près:

1. Gestion – structure administrative, programmes de qualification du personnel, assurance de la qualité, contrôle des dossiers, procédure et attitudes en matière de sûreté.
2. Programme de formation – organisation de la formation, installations et équipement pour toutes les catégories de personnel de la centrale.
3. Procédures d'exploitation – dans les conditions normales ou anormales, historique de l'exploitation, documentation, et procédures d'élimination.
4. Soutien technique – groupes techniques et de génie nucléaire intervenant dans la surveillance, les modifications de la centrale, l'examen de l'expérience d'exploitation, les analyses de génie nucléaire, etc.
5. Entretien – organisation de l'entretien, procédures et contrôles, dossiers, matériel et historique.
6. Radioprotection – surveillance de la contamination, traitement des déchets radioactifs, contrôle des effluents, surveillance de l'environnement, radioprotection des employés, contrôles de l'organisation et contrôles administratifs, et formation.
7. Chimie de la centrale – chimie de l'eau, activités de laboratoire, instrumentation, manipulation des déchets, formation et qualification.
8. Plans d'intervention en cas d'urgence – responsabilités de l'organisme exploitant concernant l'établissement des plans d'intervention dans l'état de préparation sur le site et en dehors du site, y compris la liaison avec les pouvoirs publics.

Une fois l'examen terminé, l'équipe retournera au Siège de l'Agence pour établir son rapport. Celui-ci sera soumis par les voies officielles au gouvernement du pays demandeur pour son usage exclusif. Le rapport comportera un ensemble de conclusions. Un exemple des renseignements qui pourraient figurer dans les conclusions de l'équipe est donné dans l'encadré. (Cet exemple est tiré d'un rapport établi par l'Institute of Nuclear Power Operations (INPO) des Etats-Unis. Les examens de la sûreté d'exploitation s'inspireront au départ des procédures de l'INPO).

Ce service d'équipes d'examen de la sûreté d'exploitation en est encore au stade de la mise au point. Au fur et à mesure de l'expérience acquise au cours des

**Exemple détaillé des conclusions d'une équipe d'examen de la sûreté d'exploitation**

**SURVEILLANCE DE LA CONTAMINATION RADIOACTIVE**

**OBJECTIF:** La surveillance de la contamination radioactive est destinée à réduire au minimum la contamination des zones, du matériel et du personnel.

**Constatation du groupe d'experts:** Il n'est pas demandé au personnel de se soumettre à un contrôle radiologique de l'organisme par portiques à la sortie des zones faiblement contaminées. De ce fait, il se pourrait que l'on ne détecte pas une faible contamination du personnel.

**Recommandation:** Etablir des prescriptions exigeant un contrôle radiologique de l'organisme par portiques à la sortie des zones contaminées avec des niveaux de contamination dus à des matières déposées sur les surfaces et susceptibles de s'en détacher et supérieurs à 1000 dpm/100 cm<sup>2</sup>.

**Réponse de la société:** L'expérience passée montre que la procédure consistant à maintenir un faible niveau de contamination réduit au minimum la possibilité d'une contamination du personnel qui serait détectable avec les techniques de détection classiques. Les détecteurs portatifs Gamma-10 utilisés sont plus efficaces que les portiques pour ce qui est de mesurer la contamination d'une zone par opposition à la contamination ponctuelle. L'expérience montre que la possibilité d'une contamination du personnel s'accroît de façon sensible lorsque les niveaux de contamination de zone sont supérieurs à 10 000 dpm/100 cm<sup>2</sup>. En conséquence, nous avons établi un contrôle par portiques des personnes qui sortent de ces zones. Nos dossiers sur la contamination du personnel et les résultats des contrôles de l'organisme par portiques permettent de penser que le programme actuel est satisfaisant.

**Observation:** La pratique actuelle de contrôle radiologique de l'organisme par portiques à la sortie des zones contaminées uniquement si les niveaux de contamination dus à des matières déposées sur les surfaces et susceptibles de s'en détacher sont supérieurs à 10 000 dpm/100 cm<sup>2</sup> n'est pas compatible avec les pratiques les plus satisfaisantes adoptées par l'industrie nucléaire. L'expérience permet de constater que dans la majorité des cas, la contamination de la peau des travailleurs de l'industrie nucléaire est une contamination ponctuelle de l'ordre de 3000 à 5000 dpm/100 cm<sup>2</sup> qui n'est pas décelable par les détecteurs portatifs les plus sensibles dont on dispose actuellement.

Source: Evaluation INPO 1982.

prochains mois le mode de fonctionnement des équipes sera mieux défini et des directives seront établies pour l'avenir.

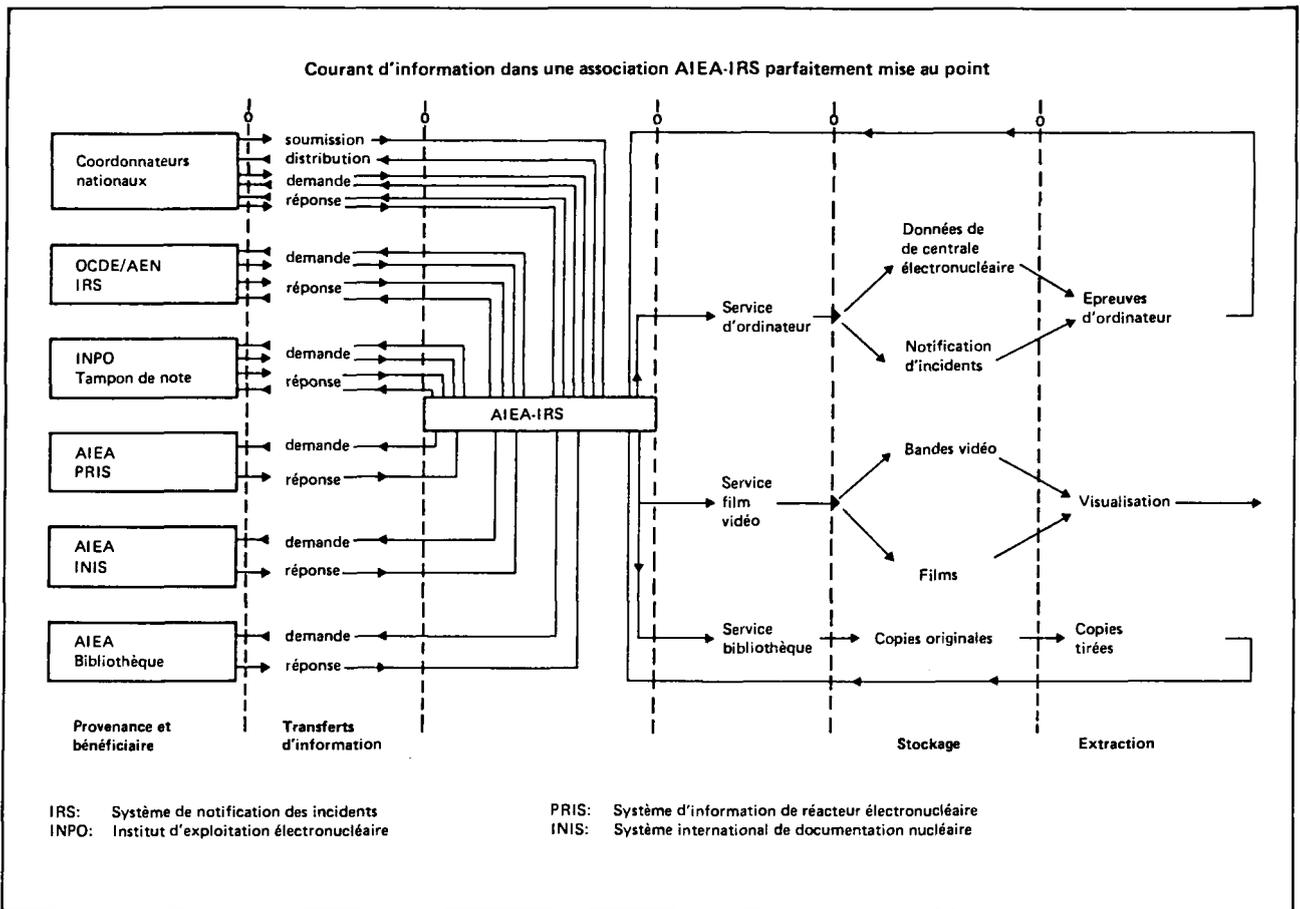
**Système de notification des incidents de l'AIEA**

Comme il ressort clairement de l'enquête sur l'accident de Three Mile Island, la documentation relative à l'expérience d'exploitation des centrales nucléaires contient une masse de renseignements sur la sûreté qui ne sont pas exploités. L'analyse des événements inhabituels dans le contexte d'une centrale donnée peut révéler les défauts généraux de conception, de construction et d'exploitation. L'Agence est persuadée que tous les Etats Membres dotés de centrales nucléaires peuvent tirer parti d'échanges internationaux de renseignements sur les incidents survenant dans des centrales nucléaires. Comme de nombreux pays exigent de leurs organismes exploitants qu'ils présentent des rapports sur les événements liés à la sûreté à l'organisme réglementaire national, l'Agence pense que son rôle consiste à mettre au point un système de notification des incidents, qui soit harmonisé avec les systèmes nationaux, pour la collecte, l'analyse, la mise en mémoire et la diffusion de renseignements à l'échelon mondial (voir figure).

L'année dernière, les dispositions concernant le système de notification de l'AIEA ont été examinées et les Etats Membres en ont été informés. En outre, un guide sur les systèmes nationaux de notification a été établi et publié en tant que document de travail. En 1982, la première réunion du Comité technique sur l'évaluation des incidents survenant dans les centrales nucléaires s'est tenue à Madrid, et au mois d'avril de cette année des invitations officielles à participer au système de l'AIEA ont été adressées aux Etats Membres.

Comme de nombreux événements inhabituels se produisent dans les centrales nucléaires chaque année, le problème essentiel est de choisir les quelques événements qui peuvent avoir une importance pour la sûreté et présenter un intérêt pour la communauté internationale. L'Agence a établi huit catégories d'événements classés d'après le système de notification des incidents établi par l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE. Ces catégories sont les suivantes:

1. Radioexposition ou dégagement des substances radioactives.
2. Dégradation d'éléments importants pour la sûreté (structures, systèmes, composants).
3. Défauts dans la conception, construction, l'exploitation et l'assurance de la qualité.
4. Problèmes génériques (événements qui se produisent périodiquement et qui pris ensemble ont des implications pour des centrales analogues).
5. Mesures correctives importantes (mesures prises par l'organisme réglementaire à la suite d'incidents notifiés).
6. Evénements ayant une importance virtuelle pour la sûreté (ceux au cours desquels un système de protection fonctionne inutilement, ou ne fonctionne pas en cas de besoin).
7. Evénements inhabituels, d'origine humaine ou naturelle, qui compromettent directement ou indirectement la sûreté d'exploitation de la centrale.



8. Événements qui, bien que n'ayant pas d'importance sur le plan de la sûreté, suscitent un vif intérêt de la part du public.

Comme c'est également vrai pour d'autres aspects de la sûreté d'exploitation, il importe de tenir régulièrement des réunions pour analyser les événements présentant un intérêt pour la communauté internationale. Les recommandations qui pourront émaner de ces réunions périodiques seront sans doute celles qui seront d'application générale dans un grand nombre de centrales nucléaires et qui intéresseront de nombreux organismes exploitants et réglementaires.

Un problème important, qui sera peut-être difficile à résoudre, est celui de l'identification des événements qui, pris séparément, ne sont pas importants, mais qui, considérés ensemble, révèlent l'existence d'un problème

important pour la sûreté. On s'en remettra d'abord aux participants qui identifieront ces événements selon leur système national et avertiront l'AIEA, de façon que d'autres pays puissent être informés. Tous les événements qui peuvent être à l'origine d'incidents graves doivent faire l'objet d'une analyse approfondie, et les échanges de renseignements de ce genre entre Etats Membres peuvent être particulièrement utiles.

On estime qu'une participation à l'échelon mondial à des échanges de renseignements sur les événements inhabituels ayant une importance pour la sûreté apportera une contribution utile à la sûreté, notamment si les causes sont analysées et si les enseignements tirés font l'objet d'une diffusion appropriée. Le système de notification des incidents de l'AIEA peut apporter une aide précieuse pour atteindre cet objectif.