

# ECARTS, INCIDENTS, ACCIDENTS : LA QUALIFICATION ET LE TRAITEMENT DES EVENEMENTS EN RADIOPROTECTION

Marc AMMERICH - DGSNR SD4  
André JOUVE - DGSNR SD6,  
6 place du colonel Bourgoïn - 75572 Paris cedex 12  
Christian LEFAURE, Pascal CROUAIL – CEPN  
Route du panorama – BP48 – 92263 Fontenay aux roses cedex

## 1 Contexte

L'échelle INES (International Nuclear Event Scale) est un outil qui a été développé conjointement par l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA) et l'Agence de l'Energie Nucléaire de l'Organisation pour la Coopération et le Développement Economique (AEN/OCDE). Elle est destinée à permettre une communication rapide avec le public en des termes simples sur la portée de tout événement mettant en jeu des matières radioactives et/ou des émissions de rayonnements, et de tout événement lié au transport de matière radioactive.

Les événements sont classés sur l'échelle INES selon huit niveaux: les niveaux supérieurs (4 à 7) correspondent aux événements qualifiés d'« **accidents** » et les niveaux inférieurs (1 à 3) correspondent aux événements qualifiés d'« **incidents** ». Les événements qui n'ont pas de signification en terme de sûreté sont classés au niveau 0 et qualifiés d'**écarts**.

L'édition 2001 du manuel de l'utilisateur de l'échelle INES donne des indications pour le classement des événements relatifs aux sources radioactives et plus spécifiquement à leur transport. Les représentants des pays membres de l'AIEA ont toutefois jugé ces indications insuffisantes et ils ont demandé en 2002 au secrétariat de l'Agence de préparer un guide complémentaire au manuel INES sur ces aspects afin de pallier ses insuffisances, en particulier pour les événements touchant **la radioprotection**.

De nouveaux éléments ont été présentés lors de la réunion technique des correspondants INES en mars 2004. Un nouveau projet de guide a été élaboré à cette occasion.

### 1.1 Contexte français

L'obligation de déclarer à l'Autorité de sûreté nucléaire tout incident ou accident susceptible de porter atteinte à la santé des personnes est prescrite par le code de la santé publique à l'article L. 1333.3. Ce code impose également à l'article R. 1333-51 la déclaration au préfet de la perte ou du vol de radionucléides. Plus contraignante encore, la réglementation des installations nucléaires, à l'article 13 de l'arrêté du 10 août 1984, requiert que tout écart par rapport à une exigence définie pour l'accomplissement d'une activité concernée par la qualité soit déclaré, dans les délais les plus brefs, à l'Autorité de sûreté nucléaire, s'il est identifié comme significatif sur la base d'une liste de 10 critères fixés par cette Autorité.

L'Autorité de sûreté nucléaire se doit de veiller non seulement à la qualité du système du retour d'expérience sur une installation ou chez un exploitant donné mais également à la qualité du retour d'expérience entre exploitants. Ceci a été douloureusement mis en évidence lors de l'accident de Three Mile Island (1979). En effet cet accident aurait pu être évité car il avait été précédé de plusieurs incidents précurseurs, dont le plus important était intervenu sur la centrale de Davis Besse, 18 mois plus tôt. Il faut noter que ces incidents précurseurs n'avaient pas non plus été identifiés comme tels par les exploitants concernés.

Le processus de déclaration des incidents significatifs à l'Autorité de sûreté nucléaire a débuté, en France, en 1979, par des demandes générales des pouvoirs publics en ce qui

concerne la prise en compte du retour d'expérience en interne à chaque exploitant. Ce processus, accéléré par l'accident de Three Mile Island, a abouti en 1982-1983 à la transmission officielle aux exploitants de critères de déclaration précis de certains écarts, considérés comme significatifs. Aujourd'hui, par abus de langage, ces écarts rendus significatifs par l'application des critères de déclaration à l'Autorité de sûreté nucléaire, sont appelés : « incidents significatifs ».

L'organisation de l'information du public et des médias sur les sujets se rapportant à la sûreté nucléaire et à la radioprotection fait partie des missions de l'Autorité de sûreté qui s'est engagée à déclarer à son tour les événements nucléaires à l'AIEA, lorsque leur gravité atteint le niveau 2 de l'échelle INES.

Le niveau 2 correspond également au niveau à partir duquel l'Autorité de sûreté nucléaire considère qu'il peut être justifié de publier un communiqué de presse. En 2003, un incident de niveau 2, 148 incidents de niveau 1 et 870 incidents de niveau 0 ont fait l'objet d'un traitement par l'Autorité de sûreté.

L'Autorité de sûreté nucléaire a joué un rôle essentiel dans la création de l'échelle internationale INES, mais a toujours considéré que si cette échelle était bien adaptée aux événements survenant à l'intérieur des installations nucléaires en matière de sûreté, elle était mal adaptée au classement des événements touchant à l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants. C'est pourquoi, dès sa création en 2002, la direction générale de la sûreté nucléaire et de la radioprotection a réfléchi à une échelle nouvelle, compatible avec l'échelle INES, afin de pouvoir informer le public de façon cohérente sur des incidents ou accidents de radioprotection, de transport ou de sûreté nucléaire. De cette réflexion est née la proposition d'une échelle de classement des incidents et accidents radiologiques. Cette proposition a été très largement diffusée en vue de susciter et recueillir des commentaires tant auprès des organisations françaises considérées comme parties prenantes de ce projet qu'auprès de nombreuses autorités de radioprotection et autorités de sûreté nucléaire étrangères, ainsi qu'auprès de la Commission européenne, de l'AENOCDE et l'AIEA.

Les très nombreuses réponses témoignent de l'importance accordée par les parties consultées à la communication sur les incidents de radioprotection ; toutes s'accordent sur un point : la nécessité de disposer d'un outil de communication sur le sujet. Les commentaires que ce projet a inspiré sont à la fois extrêmement diversifiés et extrêmement pertinents. Ces réactions sont convergentes sur de nombreux points qui ont conduit à infléchir le projet initial et, diversité oblige, parfois divergentes. Toutes les opinions ont eu pour intérêt de renforcer les arguments qui ont permis, au niveau international, d'aboutir à la compatibilité entre ce qui a été appelé « l'approche française » et le projet de l'AIEA de révision de l'échelle INES.

Cette échelle élargie à la radioprotection est disponible sur le site internet de l'autorité de sûreté : [www.asn.gouv.fr](http://www.asn.gouv.fr)

## 1.2 Contexte international

Le besoin était ressenti, par l'AIEA, d'inclure dans l'échelle INES des critères de classement des incidents concernant les sources radioactives. Il était donc prévu de rédiger un guide complémentaire au manuel de classement INES pour ces sources, comme cela avait été fait un peu plus tôt pour le transport des matières radioactives. Tant du côté de l'AIEA que du côté français la nécessité d'harmoniser les approches a été très vite comprise et un intense déploiement d'initiatives a permis de faire converger les deux approches en une seule, en moins d'un an de discussions, pour aboutir au « guide de classement des événements concernant les sources radioactives et leur transport ».

Sous une présentation différente, le lecteur averti reconnaîtra dans le projet international l'influence française. Les principales modifications apportées à la proposition française sont :

- L'abaissement, pour les expositions du public, d'un niveau de classement pour éviter une trop grande disparité avec l'ancienne échelle INES,
- L'abandon de certains facteurs de pondération, comme par exemple celui relatif au statut de la personne exposée : travailleur et membre du public sont désormais considérés comme équivalents au regard du risque radiologique,
- Le traitement plus prudent des expositions pouvant conduire à des effets déterministes,
- L'extension de la surpondération lorsque plusieurs individus sont exposés,
- Pour le classement des événements qui n'entraîneraient pas d'exposition des personnes, les critères proposés par l'AIEA sur la base d'une catégorisation des sources radioactives remplacent avantageusement le système de la proposition française pour classer les expositions potentielles.

L'Autorité de sûreté a donc décidé de lancer une nouvelle campagne de consultation en mettant à l'essai le projet international pendant un an en France, depuis janvier 2005.

Tous les pays n'ayant pas les mêmes exigences en termes de contrôles de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, ni la même culture de communication, le projet international de l'AIEA a été conçu de telle sorte qu'il laisse une relative marge d'interprétation des critères de classement des événements proposés. Ce document présente l'interprétation par l'Autorité de sûreté nucléaire française de la proposition internationale et décrit la règle qui sera applicable en France pendant la période d'essai.

## **2 Objectifs**

Le document disponible sur le site internet constitue l'extension de l'échelle INES à la radioprotection. Il décrit la règle retenue pour le classement des événements impliquant les sources radioactives ou relatifs à leur transport (incluant les événements de perte ou de vol). Les installations concernées sont les installations nucléaires, industrielles, les installations médicales ou de recherches, irradiateurs et accélérateurs. Cette règle ne concerne pas les installations militaires. Cependant la DGSNR et le DSND partagent certains critères d'incidents aussi bien dans le domaine de la sûreté que de la radioprotection.

Dans un premier temps, ce document est diffusé aux exploitants d'installations nucléaires et aux entreprises de transport de matières radioactives. Les autres activités concernées seront informées des critères de déclaration des incidents touchant à la radioprotection préalablement à la mise en application du présent document.

Bien que ce document se veuille autoportant, il ne présente pas de façon exhaustive tous les critères de classements des événements pouvant survenir dans les installations. Ainsi, les événements se produisant dans ces installations mais qui ne sont pas associés à des sources radioactives, au transport de matières radioactives ou à des expositions non planifiées, tels les rejets hors site, l'endommagement ou la dégradation des barrières de défense en profondeur doivent être classés sur l'échelle INES en utilisant l'édition 2001 du manuel de l'utilisateur.

Pour les événements du domaine de la radioprotection, la règle ci-après donne des informations plus détaillées et élargit l'approche de classement à tous les événements qui ont induit des expositions réelles non prévues des travailleurs ou des membres du public. Elle concerne tous les secteurs d'activités réglementés, en particulier dans le domaine du naturel renforcé.

Cette règle permet aussi de classer des événements qui n'ont pas entraîné d'expositions individuelles internes ou externes mais pour lesquels des défaillances en termes de dispositif de sûreté (atteintes de la défense en profondeur) ont été identifiées, par exemple la défaillance d'un dispositif de protection, la dégradation d'un conteneur ou l'absence de - des manquements à - une procédure de contrôle.

Cette règle permet également de classer des événements associés à la dégradation d'un appareil utilisé dans une optique médicale (radiothérapie...) et, d'une manière plus générale, aux défaillances des dispositions de sûreté qui ont ou pourraient entraîner des expositions des travailleurs ou du public dans ce domaine.

Il convient cependant de souligner que cette règle ne s'applique pas pour l'instant aux expositions reçues dans le cadre d'une procédure médicale (patients). La nécessité d'établir une règle adaptée à ce cas de figure a été soulevée et sera considérée prochainement.

Il est rappelé que l'échelle INES n'a pas pour objet de décrire les activités et les installations devant être soumises au contrôle réglementaire en radioprotection ou de transport des matières radioactives, ou d'établir des recommandations sur les événements qui doivent être déclarés aux autorités publiques. L'échelle INES n'a pas non plus pour objet d'établir des recommandations sur le contenu et les modes de communication avec le public, même si son utilisation contribue probablement à la clarification des événements, et de leurs conséquences.

Lorsqu'un événement relève d'un classement au titre de la sûreté ou du transport et de la radioprotection, l'exploitant considère qu'il s'agit d'un seul événement et retient le niveau le plus élevé, calculé dans chaque catégorie.

### **3 Les critères incidents radioprotection**

Depuis 2002 l'ASN a entrepris de définir des critères d'incident en radioprotection pour les installations nucléaires. Avec la mise en place à titre expérimental de l'échelle INES, l'autorité va profiter de cette période pour revoir les critères après trois ans d'expérience.

Il est possible que les vocables utilisés pour l'échelle INES, écart, incident et accident, soient regroupés sous le vocable événement significatif radioprotection

Les critères ont été envoyés assortis de commentaires pour aider les exploitants à classer les événements.

#### Critère n°1

*Dépassement d'une limite de dose individuelle annuelle réglementaire ou situation imprévue qui aurait pu entraîner, dans des conditions représentatives et vraisemblables, le dépassement d'une limite de dose individuelle annuelle réglementaire, quel que soit le type d'exposition (ce critère inclut les cas de contamination corporelle).*

#### Commentaires :

*Il s'agit des limites d'exposition au sens de l'article R. 231-76 du décret 2003-296 du 31 mars 2003. Sont exclues, les expositions d'urgence et les expositions exceptionnelles au sens de l'article R. 231-79 du décret 2003-296 du 31 mars 2003.*

*On appliquera également les dispositions temporaires au sens de l'article 5 de ce décret concernant l'exposition globale.*

*Pour la situation imprévue qui aurait pu entraîner le dépassement de la limite de dose, dans des conditions vraisemblables et réalistes, ce critère sera appliqué quand l'étude fournie aura montré que le dépassement de limite était possible.*

*En ce qui concerne l'exposition interne et compte tenu de la durée pour effectuer des analyses radiotoxicologiques, ce critère sera appliqué quand le dépassement de limite sera avéré. Le classement sur l'échelle INES pourra alors être revu.*

#### Critère n°2

*Situation imprévue ayant entraîné le dépassement du quart d'une limite de dose individuelle annuelle réglementaire, lors d'une exposition ponctuelle, quel que soit le type d'exposition (ce critère inclut les cas de contamination corporelle).*

#### Commentaires :

*Après analyse de l'événement, il s'agit du quart des limites d'exposition au sens de l'article R. 231-76 du décret 2003-296 du 31 mars 2003 aussi bien pour la dose efficace de 20 mSv que pour les doses équivalentes.*

*En ce qui concerne l'exposition interne et compte tenu de la durée pour effectuer des analyses radiotoxicologiques, ce critère sera appliqué quand le dépassement de limite sera avéré.*

#### Critère n°3

*Tout écart significatif concernant la propreté radiologique et notamment :*

- dispersion de contamination en zone contrôlée (à l'exclusion des zones préalablement aménagées pour travaux de démantèlement ou assainissement)*
- présence d'un point de contamination significatif hors de zone contrôlée*
- détection de contamination significative de personne/vêtement/objet/véhicule, découverte après la sortie de zone contrôlée, en sortie de site.*
- détection de contamination significative de personne/vêtement/objet/véhicule, en entrée de site (les contaminations internes liées à un traitement médical ou préalablement détectées et identifiées ne sont pas prises en compte )*
- découverte lors d'un contrôle qu'un effluent ou un déchet, réputé conventionnel, présente une radioactivité ajoutée*

*Les seuils (pour les valeurs "significatives") seront fixés par les différents exploitants dans leurs règles générales d'exploitation ou leurs référentiels radioprotection.*

Commentaires : **L'exploitant proposera** les valeurs à ne pas dépasser en fonction des caractéristiques de son installation et des activités réalisées sur le site, des radionucléides manipulés, en s'appuyant le cas échéant sur des pratiques ou des valeurs existantes.

En ce qui concerne les détections en entrée de site, on regardera les valeurs définies par l'ensemble des exploitants avant de se prononcer sur le classement en événement significatif pour la radioprotection. Nous avons demandé à l'ensemble des exploitants de fournir les valeurs afin qu'elles soient diffusées à l'ensemble des installations.

#### Critère n°4

*Toute activité (opération, travail, modification, contrôle...) comportant un risque radiologique important, réalisée sans une analyse de radioprotection formalisée (justification, optimisation, limitation) ou sans prise en compte exhaustive de cette analyse ; par activité comportant un risque radiologique important, on entend une activité susceptible de conduire au dépassement par une personne du quart d'une limite de dose individuelle annuelle réglementaire ou du dépassement par des personnes d'un équivalent dose collectif de 20 homme.mSv.*

### Commentaires :

Il s'agit d'un critère différent du critère n°2. Il n'est pas lié à un dépassement de valeurs. Il correspond à une activité qui serait faite sans justification (en supposant que ce soit envisageable) ou plutôt sans optimisation.

On entend par optimisation non seulement une analyse prévisionnelle dosimétrique au sens de l'article R. 231-75 du décret 2003-296 du 31 mars 2003, mais aussi l'évaluation des scénarios d'intervention avec la prise en compte d'aléas probables, de l'adéquation des équipements de protection individuelle, et même de la formation des opérateurs à effectuer cette activité.

### Critère n°5

Pour toute source scellée ou non scellée d'activité supérieure aux seuils d'exemption :

- tout écart significatif lié à la gestion et à l'utilisation de sources ;  
(défaut d'étanchéité d'une source scellée, utilisation pour une finalité non prévue ou dans un lieu non autorisé,...)
- perte, vol ou découverte dans un endroit non prévu à cet effet ;
- incendie ou destruction partielle ou totale du local de détention ;
- non-respect des procédures de mise aux déchets.

### Critère n°6

Tout défaut de signalisation de zone contrôlée (verte, jaune, orange et rouge) où il y a risque d'exposition de personnes.

### Commentaires :

On entend par signalisation, le fait d'indiquer la délimitation des zones au sens des articles R. 231-81, R. 231-82 et R. 231-83 du décret 2003-296 du 31 mars 2003, paragraphe II : On tient compte également de l'article R. 1333-8 du décret 2002-460 concernant l'exposition du public ou des travailleurs non exposés.

Cette délimitation se base sur des contrôles. La délimitation des zones spécialement réglementées ou interdites est toujours basée sur l'arrêté du 7 juillet 1977 en attendant la publication de l'arrêté requis par l'article R. 231-81 du décret 2003-296 du 31 mars 2003.

A noter que si la signalisation de la zone est en accord avec la mesure, mais que la valeur numérique du débit de dose ne figure pas, ceci n'est pas considéré comme un événement significatif. On vérifiera que les délais de prise en compte des modifications restent raisonnables.

### Critère n°7

Non-respect des conditions techniques d'accès ou de séjour dans une zone spécialement réglementée ou interdite (zone jaune, orange et rouge) ; ces conditions sont définies dans les procédures établies en application de la réglementation.

### Commentaires :

On entend par conditions d'accès au sens l'article R. 231-81 du décret 2003-296 du 31 mars 2003, II : On retiendra en particulier, l'entrée dans une zone contrôlée où le débit de dose est supérieur à 2 mSv/h d'un travailleur intérimaire ou d'un travailleur en contrat à durée déterminée, ainsi que l'absence d'autorisation d'entrée du service de radioprotection pour des travailleurs allant dans une zone contrôlée où le débit de dose est supérieur à 2 mSv/h.

L'absence d'enregistrement n'est pas considérée comme un événement significatif, mais devra être traitée en interne par l'exploitant.

### Critère n°8

Défaillance non compensée des systèmes de surveillance radiologique qui permettent d'assurer la protection collective des personnels présents.

### Commentaires :

*On entend par défaillance non compensée, l'absence de toute indication sur le niveau de dose ou d'activité.*

### Critère n°9

*Dépassement de la périodicité de contrôle d'un appareil de surveillance radiologique :*

- de plus d'un mois s'il s'agit d'un appareil de surveillance collective permanente ; (périodicité réglementaire de 1 mois) ;*
- de plus de trois mois s'il s'agit des autres types d'appareils (lorsque la périodicité de vérification prévue dans les RGE ou le référentiel radioprotection est comprise entre douze et dix-huit mois).*

### Critère n°10

*Tout autre écart significatif, au titre de la radioprotection, pour l'ASN ou l'exploitant.*

## **4 Le classement des incidents radioprotection**

L'ensemble des événements doit, en principe, être étudié sur la base de chacune des catégories de critères détaillées, concernant les expositions non planifiées des travailleurs ou des membres du public, les critères relatifs aux rejets d'activité ou à une éventuelle contamination (surfacique, environnementale...), les critères de classement en matière de dégradation des dispositions de sûreté.

Le classement attribué est le plus élevé de ceux déterminés pour chacune des catégories de critères. Même lorsque l'événement entraîne des expositions réelles du public ou des travailleurs, la prise en compte de la défense en profondeur peut conduire à un classement plus élevé.

Nous ne vous présentons ici que les niveaux liés à la radioprotection, d'une part concernant les doses reçues par des travailleurs ou du public et les pertes ou vol de sources.

### 4.1 Classement des expositions non prévues des travailleurs ou des membres du public sur la base des doses individuelles reçues

Les définitions ci-dessous, qui sont basées sur les relations exposition / risque recommandées dans la publication 60 de la CIPR pour les effets stochastiques et sur les éléments disponibles les plus récents pour les effets déterministes doivent être utilisés pour le classement des événements qui ont conduit (ou pourraient avoir conduit) à l'exposition des travailleurs ou de membres du public.

La méthodologie d'estimation des doses est basée sur la réglementation française détaillée dans l'arrêté du 1<sup>er</sup> septembre 2003 définissant les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants (J.O n°262 du 13 novembre 2003).

Les critères ci-dessous s'appliquent aux doses résultant du seul événement étudié. Ils définissent un classement minimal si un seul individu est exposé. Lorsque plusieurs individus sont exposés, un classement supérieur fonction du nombre d'individus exposés doit être attribué à l'événement.

Le dépassement d'une limite de dose du fait de l'accumulation de doses au cours d'une période constitue en soit un événement qui doit être classé au niveau 1.

Le **niveau 1** est le niveau de déclaration minimal pour les événements qui engendrent :

- (a) Une exposition d'un membre du public supérieure à l'une des limites réglementaires, ou
- (b) Une exposition d'un travailleur supérieure au quart d'une limite de dose individuelle annuelle réglementaire, lors d'une exposition ponctuelle, quel que soit le type d'exposition (ce critère inclut les cas de contamination corporelle).

On retrouve ici le critère n°2 pour ce qui concerne l'exposition des travailleurs.

Le **niveau 2** est le niveau de déclaration minimal pour les événements qui engendrent :

- (a) Une exposition d'un membre du public supérieure à 10 mSv en dose efficace, ou
- (b) Une exposition d'un travailleur supérieure à l'une des limites réglementaires.

Le **niveau 3** est le niveau de déclaration minimal pour les événements qui engendrent :

- (a) L'occurrence d'un effet sanitaire sévère ou l'occurrence potentielle d'un effet sanitaire sévère (> aux niveaux de l'exposition donnés en annexe 1 pour les effets non létaux), ou
- (b) *Une exposition supérieure à 100 mSv.*

Le dernier point est une interprétation de l'ASN du document de travail de l'AIEA : « Exposure of the order of a few hundred mSv ». Ce niveau sera réévalué, le cas échéant, après une période d'essai.

Le **niveau 4** est le niveau de déclaration minimal pour les événements qui engendrent :

- (a) L'occurrence d'un décès ou l'occurrence potentielle d'un décès (voir annexe 1, effets létaux), ou
- (b) *Une exposition supérieure à 1 Sv ou à 1 Gy.*

Le dernier point est une interprétation de l'ASN du document de travail de l'AIEA : « Exposure of the order of a few Sv/Gy ».

#### 4.2 Classement des expositions relatif au nombre d'individus exposés

Pour les expositions dites « stochastiques » (c'est-à-dire exposition qui ne répondent pas au point (a) pour les niveaux 3 et 4 définis précédemment), le niveau de classement minimal doit être incrémenté de :

- +1 si le nombre d'individus exposés au-delà du niveau d'exposition défini est supérieur à 10,
- +2 si le nombre d'individus exposés au-delà du niveau d'exposition défini est supérieur à 100.

Pour les expositions dites déterministes (c'est-à-dire les expositions entraînant l'occurrence - potentielle ou non - d'un effet sanitaire sévère ou d'un décès), une approche plus conservatrice est choisie. Le niveau de classement minimal doit être incrémenté de :

- +1 si le nombre d'individus exposés au-delà du niveau d'exposition défini est supérieur à 1,
- +2 si le nombre d'individus exposés au-delà du niveau d'exposition défini est supérieur à 10.



### 4.3 Exemples

Un événement conduit à l'exposition de 15 membres du public à une dose estimée pour chacun d'entre eux à 20 mSv. Le classement minimal (pour l'un des individus exposés) de l'événement est le niveau 2. Si l'on prend en compte le nombre d'individus exposés (15), le classement de l'événement est incrémenté d'un niveau, et l'événement est classé au niveau 3.

Un événement conduit à l'exposition d'un membre du public à une dose de 20 mSv, et de 14 membres du public à une dose de 5 mSv. Le classement minimal (pour l'individu le plus exposé) de l'événement est le niveau 2. Il n'est pas, dans ce cas, incrémenté d'un niveau supplémentaire lorsqu'on considère le nombre d'individus exposés à 5 mSv (ce qui conduit au même classement).

Un événement conduit à l'exposition estimée de la main d'un travailleur à 10 Gy. Le classement minimal de l'événement est le niveau 2. Si un effet sanitaire sévère se manifeste (brûlure sévère de la peau avec une dose ré estimée à 15 Gy) l'événement sera reclassé au niveau 3.

Le tableau suivant illustre la démarche d'évaluation du classement d'un événement sur la base des expositions ou des conséquences sanitaires liées aux doses reçues.

**Tableau 1. Procédure pour le classement d'un événement sur la base des expositions ou des conséquences sanitaires liées aux doses reçues**

Evénement	Nombre d'individus exposés au delà du niveau de référence et classement final		
	Classement minimal	Nombre individus	Classement final *
Décès ou niveau d'exposition où l'on observe des effets létaux (au regard de la dose reçue, Annexe 1)		> 10	6
	4	> 1	5
Effet déterministe ou effet déterministe potentiel (au regard de la dose reçue, Annexe 1)		> 10	5
	3	> 1	4
Exposition > 1 Sv ou > 1 Gy		> 100	6
	4	> 10	5
Exposition > 100 mSv		> 100	5
	3	> 10	4
- Exposition d'1 travailleur > limite réglementaire annuelle **		> 100	4
	2	> 10	3
- Exposition d'1 membre du public > 10 mSv **			
- Exposition d'1 travailleur > 1/4 d'une limite réglementaire annuelle **		> 100	3
	1 ***	> 10	2
- Exposition d'1 membre du public > limite de dose annuelle **			
* Il convient de sélectionner le classement le plus élevé			
** Exposition reçue lors de l'événement			
*** Lorsqu'une limite de dose est dépassée du fait de l'accumulation d'exposition sur une certaine période de temps, un classement au niveau 1 doit être automatiquement attribué (défaut de culture de sûreté)			

#### 4.4 Les pertes et vols de sources radioactives

Le tableau 2 doit être utilisé pour les événements qui impliquent la perte, le vol, la découverte, la localisation non adéquate d'une source radioactive, d'un appareil contenant une source radioactive ou d'un élément de transport d'une source radioactive. Si une source, un appareil contenant une source ou un élément de transport d'une source radioactive ne peut être localisé, il est considéré dans un premier temps comme placé à un endroit non prévu à cet effet. Cependant, si une recherche aux emplacements probables n'aboutit pas, la source radioactive, l'appareil contenant une source radioactive ou l'élément de transport d'une source radioactive est considéré comme perdu ou volé. Cette décision doit être prise par le détenteur de l'autorisation de la source.

La perte d'une source radioactive, d'un appareil contenant une source ou d'un élément de transport d'une source radioactive doit être classé sur la base des critères de dégradation de la défense en profondeur. Si l'« objet » perdu est retrouvé par la suite, le classement initial de l'événement peut être révisé (à la hausse ou à la baisse) sur la base de tout élément supplémentaire collecté (édition 2001 du manuel de l'utilisateur de l'échelle INES, Section I-1.4). Les informations pertinentes qu'il convient de considérer pour ce type d'événements sont :

- L'emplacement auquel l'objet égaré (source radioactive, appareil contenant une source ou élément de transport d'une source radioactive) a été retrouvé et la manière dont il y est arrivé,
- L'état physique de l'objet,
- La durée au cours de laquelle il a été considéré comme perdu,
- Le nombre de personnes qui ont été exposées et les doses probables.

Le reclassement de l'événement doit porter sur les critères de dégradation de la défense en profondeur et sur les critères relatifs aux conséquences avérées de l'événement, « hors site » et « sur site ». Dans la plupart des cas, l'estimation / le calcul des doses qui ont été reçues doit être basé sur des hypothèses réalistes plutôt que sur les scénarii les plus conservatifs.

Le tableau 2 porte sur les sources trouvées et sur les appareils contenant une source radioactive trouvés. Dans le premier cas, il s'agit de décrire le cas d'une source radioactive sans aucune protection. Dans le second cas, il s'agit de décrire le cas d'une source radioactive orpheline qui se situe dans un conteneur adapté et sûr.

Il y a de très nombreux exemples de sources radioactives orphelines perdues ou trouvées dans le secteur du recyclage des métaux. Il est en conséquence de plus en plus commun pour les industriels de ce secteur d'activité (ferrailleurs ou fondeurs par exemple) de vérifier la présence de sources radioactives dans les chargements de ferrailles arrivant dans les installations.

Le classement le plus adéquat, pour ce type d'événement, correspond aux critères portant sur la découverte d'une source orpheline (Tableau 2, ligne 2), sans tenir compte du fait que la source ait été, ou non, fondue. La perte d'une source suivie de sa découverte ne constitue qu'un seul événement. L'événement est classé sur la base des critères portant sur la dégradation de la défense en profondeur et des critères portant sur les conséquences « hors site » et « sur site », le classement final correspondant au niveau le plus élevé.

**Tableau 2 Classement des événements concernant la perte ou la découverte de sources radioactives, d'appareil contenant une source radioactive ou d'élément de transport d'une source radioactive**

Nature de l'événement	Classement de l'événement en fonction de la catégorie de la source		
	Cat. 4 ou $<A_2^c$	Cat. 3 ou 2 ou $A_2 - 100 A_2$	Cat. 1 ou $> 100 A_2$
Source radioactive ou appareil contenant une source ou élément de transport d'une source radioactive qui n'est pas situé à l'emplacement adéquat mais qui est retrouvé intact	1	1	1
Découverte d'une source orpheline ou d'un appareil contenant une source radioactive ou d'un élément de transport d'une source radioactive	1	1/2 <sup>a</sup>	2/3 <sup>a</sup>
Perte ou vol d'une source radioactive ou d'un appareil contenant une source radioactive ou d'un élément de transport d'une source radioactive	1	2*	3*
Erreur de livraison d'un élément de transport d'une source radioactive	1	1+ <sup>b</sup>	1+ <sup>b</sup>

*a Le niveau le plus bas proposé est approprié lorsqu'il est certain que des dispositifs de sûreté ont conservé leur efficacité (par exemple une combinaison de protections radiologiques, signaux de danger, système d'isolation de la cellule).*

*b Le niveau 1 est le classement minimal : ces situations constituent un écart à la réglementation. Un classement à un niveau plus élevé peut être approprié si un contrôle adéquat de la nature du colis ne peut être entrepris dans l'installation (nature de l'installation et / ou absence d'un personnel compétent en la matière).*

*c Il convient de se référer à la catégorie de la source en premier lieu, les valeurs  $A_2$  (IAEA Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material 1996 Edition (Revised), Safety Standard Series No. TS-R-1) sont utilisées lorsque aucune catégorie de source n'est indiquée en Annexe 3.*

*\* +/- 1 selon l'état de la barrière de confinement*

## 5 Illustrations dans l'ensemble des installations

Les exemples présentés dans cette section sont basés sur des faits réels. Toutefois, quelques modifications ont pu être apportées de manière à illustrer au mieux l'utilisation de la règle explicitée précédemment. Même sur les critères de déclaration d'incident ont été, pour l'instant, diffusés aux installations nucléaires, il est intéressant de faire « l'exercice » pour l'ensemble des installations utilisant des sources radioactives.

### 5.1 Perte d'une source radioactive dans un service de curiethérapie

#### Description de l'événement

Dans un service de curiethérapie d'un centre hospitalier, au moment de retirer cinq fils d'<sup>192</sup>Ir en place sur un patient (chaque fil de 7 cm, présente une activité de 37 MBq par centimètre), on se rend compte qu'il manque un fil. Recherché dans tout l'établissement à l'aide d'un radiamètre, il est finalement retrouvé dans un sac de linge sale destiné à la blanchisserie. Une aide-soignante a probablement été irradiée au cours du changement de la taie d'oreiller du malade, à une dose très faible, inférieure à 50 µSv.

#### Classement de l'événement

La personne exposée est un travailleur (infirmière). La dose reçue (< 0,1 mSv) conduit à un classement « hors échelle ». Si l'incident est interprété comme une perte de source radioactive, s'agissant en l'occurrence d'une source de catégorie 5, l'événement est classé au niveau 0. Le classement sur l'échelle INES de l'événement est le classement maximal obtenu en se basant d'une part sur les critères de conséquences avérées (hors échelle) et d'autre part sur les critères de dégradation de la défense en profondeur (0). Dans ce cas de figure, l'événement est classé au niveau 0.

### 5.2 Dose suspecte enregistrée par un dosimètre

#### Description de l'événement

Le niveau d'exposition annuelle cumulée d'une technicienne dans un hôpital est estimé sur la base du film de son badge à 120,8 mSv. Cette information est découverte au cours d'une inspection. Une dose de 53,8 mSv est relevée par les inspecteurs dans le relevé mensuel des expositions. En dépit de cette dose, l'hôpital n'avait pas entrepris d'actions spécifiques jusqu'à cette inspection.

L'hôpital ne dispose pas d'un générateur de radiations de hautes énergies, tel un accélérateur linéaire, et il n'y a pas de raison évidente permettant d'expliquer cette surexposition. Aucune « espièglerie » de l'un des collègues n'a pu être mise en évidence. L'examen médical, incluant un test sanguin, n'a mis aucune anomalie en évidence. L'individu n'a montré aucun symptôme témoignant d'un effet déterministe. Sous l'hypothèse que cette exposition est avérée, la technicienne est transférée dans un autre service et son accès en zone limitée est restreint.

#### Classement de l'événement

Aucun effet déterministe n'est observé.

Si le test sanguin démontre qu'aucune exposition significative n'a eu lieu, la dose peut être ôtée du dossier de suivi individuel et l'événement ne pas être classé. Si les tests biologiques ne sont pas concluants, une enquête détaillée sera nécessaire afin de savoir si oui ou non une telle exposition a eu lieu. Deux cas de figure sont donc possibles :

Si l'enquête conclut que la technicienne n'a pas reçu cette dose, alors celle-ci doit être ôtée du dossier de suivi individuel. L'événement doit être classé hors échelle ou au niveau 0.

Cependant, ce niveau peut être révisé et augmenté du fait d'autres facteurs, telle la défaillance dans le suivi et l'enregistrement des expositions du personnel. Le classement de l'événement peut être réévalué de hors échelle à un niveau 0 voire 1,

Si l'enquête ne permet pas de conclure que l'exposition a eu lieu ou non, la dose reste dans le dossier de suivi et l'événement est classé sur cette base, ce qui conduit dans ce cas de figure à un niveau 3, la dose étant supérieure strictement à 100 mSv (NB. 1 seule personne ayant été exposée, il n'est pas nécessaire de reclasser l'événement sur la base du nombre de personnes exposées).

### *5.3 Vol d'une source de radiographie industrielle*

#### Description de l'événement

Le vol d'un appareil de radiographie industrielle contenant une source de 4 TBq (100 Ci) de <sup>129</sup>Ir est rapporté aux Autorités. Un communiqué de presse est publié et une enquête est conduite. 24 heures plus tard, l'appareil est retrouvé intact, aucun dommage au niveau du confinement de la source n'est observé. Aucun individu n'a été exposé.

#### Classement de l'événement

Il s'agit d'une source de catégorie 2. La perte ou le vol d'une telle source doit être classé au niveau 2 de l'échelle INES sur la base des critères de défense en profondeur.

Lorsque la source est retrouvée, une réévaluation du classement de l'événement est possible. L'ensemble des barrières destinées à assurer le confinement de la source étant intact. L'événement est donc classé au niveau 1.

### *5.4 Surexposition d'un opérateur de radiographie industrielle*

#### Description de l'événement

Au cours d'une opération de radiographie industrielle, la source (3,81 TBq de <sup>192</sup>Ir ) reste bloquée en position d'exposition. L'opérateur de radiographie entre dans la zone d'accès restreinte sans procéder aux contrôles d'usage. Le dosimètre à alarme de l'opérateur ne fonctionnant pas, ce n'est que lorsque l'opérateur aperçoit visuellement que la source n'est pas en position de sécurité qu'il quitte la zone. L'opérateur a reçu au cours de l'événement une dose de 300 mSv.

#### Classement de l'événement

La personne exposée est un travailleur. Le travailleur reçoit une dose de 300 mSv, ce qui correspond à un classement au niveau 3 sur l'échelle INES. Aucune sur-pondération n'est à considérer dans ce cas puisqu'une seule personne est exposée.

Le classement sur l'échelle INES de l'événement est le classement maximal obtenu en se basant d'une part sur les critères de conséquences avérées et d'autre part sur les critères de dégradation de la défense en profondeur. Dans ce cas de figure, l'événement est classé au niveau 3.

### *5.5 Incident dans un CNPE*

#### Description de l'événement

Un technicien d'un service sécurité radioprotection d'une centrale nucléaire intervient sans autorisation dans une zone rouge (zone où le débit d'équivalent de dose d'irradiation est susceptible de dépasser les 100 mSv/h ; et où l'accès est exceptionnel, restreint par des procédures et autorisations spéciales limitant strictement la durée du séjour) au-dessous de la cuve du réacteur alors à l'arrêt pour maintenance. Il entre dans le puits de cuve pour

recupérer des outillages de maintenance qui étaient mis en place pour vérifier l'étanchéité de la cuve lors du déchargement du combustible, et se trouve alors, pendant plus de 3 minutes, à proximité des doigts de gant, instruments de mesure hautement radioactifs. A sa sortie du puits de cuve, il se rend compte (lecture de son dosimètre électronique) qu'il vient de recevoir une dose mesurée à 340 mSv. Le développement de son dosimètre passif confirmera une dose de l'ordre de 300 mSv.

#### Classement de l'événement

La personne exposée est un travailleur. La dose reçue est supérieure à 100 mSv, ce qui correspond à une déclaration au niveau 3. Aucune sur-pondération n'est affectée (1 personne exposée). L'événement est classé au niveau 3 de l'échelle INES.

## ANNEXE 1

### NIVEAU D'EXPOSITION LIMITES D'OBSERVATION DES EFFETS DETERMINISTES

NB Ces valeurs sont valides pour un débit de dose d'environ 1 Gy/h

<b>Effets létaux</b>	<b>Organe</b>	<b>Dose limite (Gy)</b>
Mort de l'embryon ou du fœtus	Embryon ou du fœtus	0.3
Syndrome d'irradiation de la moelle osseuse	Moelle osseuse	2
Syndrome d'irradiation pulmonaire	Poumon	27
Syndrome gastro-intestinal	Intestin grêle, colon	11

<b>Effets non létaux invalidants</b>	<b>Organe</b>	<b>Dose limite (Gy)</b>
Brûlure sévère	Peau	25
Retard mental sévère	Fœtus	0.2
Arrêt temporaire ou définitif de l'ovogenèse	Ovaires	1.6
Arrêt temporaire ou définitif de la spermatogenèse	Testicules	0.5
Fibrose	Poumon	12

<b>Effets non létaux non invalidants</b>	<b>Organe</b>	<b>Dose limite (Gy)</b>
Vomissement	Abdomen	0.9
Diarrhées	Abdomen	1
Hyperthyroïdie	Thyroïde	12
Brûlures	Peau	15
Cataracte	Cristallin	1.8