

**IRSN**

INSTITUT  
DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

*Faire avancer la sûreté nucléaire*

Jean Jalouneix

# Éléments de sécurité et de non-prolifération



*Série Éléments de sûreté nucléaire, de radioprotection et de sécurité*

**edp sciences**



Collection sciences et techniques

Série Éléments de sûreté nucléaire,  
de radioprotection et de sécurité

# Éléments de sécurité et de non-prolifération

Jean Jalouneix

**Illustration de couverture** : mosaïque de photographies relatives aux sujets traités dans les différents tomes de la série Éléments de sûreté nucléaire, de radioprotection et de sécurité. Mise en avant, détournées en jaune, de celles illustrant les thèmes développés dans ce premier tome de la série.

Imprimé en France  
ISBN : 978-2-7598-1676-7  
DOI: 10.1051/978-2-7598-1676-7

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays. La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective », et d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (alinéa 1<sup>er</sup> de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du code pénal.

# Préface

---

Dans le cadre de la [Collection sciences et techniques](#) de l'IRSN, la série « Éléments de sûreté nucléaire, de radioprotection et de sécurité » a pour objectif, comme l'ouvrage de 1996 intitulé « Éléments de sûreté nucléaire », de contribuer à apporter à celles et ceux qui mènent des activités en rapport avec les rayonnements ionisants, notamment dans l'industrie nucléaire, des éléments de culture technique au sujet de la prévention et de la maîtrise des risques associés. Cette nouvelle série est née de la volonté — et de la nécessité — non seulement d'actualiser l'ouvrage de 1996, mais d'étendre son champ à des domaines qui n'y étaient pas ou peu traités.

L'IRSN capitalise dans sa collection d'ouvrages scientifiques les meilleures connaissances acquises, en son sein ou dans le cadre de collaborations nationales ou internationales, en portant une attention toute particulière à la pédagogie de leur présentation. À cet égard, l'éclairage par l'histoire de l'évolution des techniques, des idées, des démarches, des organisations et des réglementations, ou encore par les questionnements et les enseignements tirés d'accidents et du retour d'expérience en général, font partie du « cahier des charges » de cette nouvelle série.

Cette série vise aussi à rendre accessibles à tous ceux qui s'intéressent à ces sujets des informations et des connaissances techniques correctement établies et vérifiables dans les domaines qui y sont abordés, mettant ainsi en application les trois valeurs de l'Institut, inscrites dans sa charte d'éthique et de déontologie, que sont la connaissance, l'indépendance et la proximité.

Puisse cette série « Éléments de sûreté nucléaire, de radioprotection et de sécurité », coordonnée par Jean Couturier, contribuer à la diffusion des connaissances, à l'heure du renouvellement de génération de nombreux scientifiques et techniciens du secteur nucléaire.

\*

\* \*

Le présent ouvrage, consacré à la sécurité (au sens de protection contre la malveillance) et à la non-prolifération (au sens des « garanties » apportées par les États dans le cadre de traités internationaux), constitue, pour des raisons de calendrier, le premier de la série.

À l'heure où les centrales nucléaires produisent une part significative de l'électricité consommée dans l'[Union européenne](#), dans un contexte international où pèsent des menaces terroristes, la maîtrise de la sécurité nucléaire et radiologique ainsi que la lutte contre la prolifération des armes de destruction massive constituent des enjeux majeurs pour la société.

Sans révéler d'informations sensibles, cet ouvrage expose de manière didactique comment sont conçues et contrôlées les dispositions prises en France, en Europe ou à l'échelle internationale en matière de protection des matières nucléaires, des sources radioactives les plus dangereuses et des installations nucléaires elles-mêmes contre les actes de malveillance, qu'il s'agisse de tentatives de sabotage ou de détournement d'usage. Ces sujets méritaient en effet un ouvrage synthétique abordant leur histoire, les concepts, les réglementations, les accords internationaux et le rôle des différents acteurs.

Le positionnement central de l'[IRSN](#) en tant que support technique des autorités françaises dans les domaines de la sûreté, de la sécurité et de la radioprotection lui permet de disposer d'une vision globale sur l'ensemble des risques nucléaires et de croiser les compétences et connaissances dans ces différents domaines de manière à évaluer les questions relevant de la sécurité en cohérence avec celles relevant de la sûreté ou de la radioprotection.

On peut noter à ce propos que le [troisième Sommet des chefs d'État sur la sécurité nucléaire](#), qui s'est réuni à La Haye le 25 mars 2014, a rappelé dans ses conclusions que les démarches de sûreté et de sécurité nucléaires devaient se renforcer mutuellement, avec pour objectif commun de protéger la santé humaine, la société et l'environnement. En tant qu'expert public dans ces deux domaines, l'[IRSN](#) est au cœur de cette démarche.

Je tiens particulièrement à remercier Jean Jalouneix, du pôle défense, sécurité et non-prolifération de l'[IRSN](#), pour la rédaction de ce premier ouvrage.

Jacques Repussard  
Directeur général de l'[IRSN](#)

## L'auteur

---

Jean JALOUNEIX, conseiller du Directeur général adjoint, délégué pour les missions relevant de la Défense, en matière de sécurité nucléaire, a travaillé pendant environ 14 ans dans le domaine de la sûreté nucléaire, notamment dans le cadre des études de sûreté relatives au réacteur SUPER-PHENIX et a participé à la définition des options de sûreté du réacteur EPR. Il a ensuite travaillé environ 16 ans dans le domaine de la sécurité nucléaire. Il a, dans ce cadre, participé à la rédaction de la réglementation française dans ce domaine, ainsi qu'à la rédaction de textes internationaux tels que la révision de la [Convention sur la protection physique des matières et des installations nucléaires](#) et a contribué à la rédaction des textes fondamentaux de la série sécurité nucléaire de l'[AIEA](#).



# Avant-propos

---

Cet ouvrage consacré à la sécurité nucléaire et à la non-prolifération s'appuie sur les connaissances et compétences de l'[Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire](#) (IRSN) support technique des autorités françaises dans ces domaines. Il ne saurait pour autant engager la responsabilité de cet organisme.

Il repose sur le travail collectif effectué dans les domaines de la sécurité nucléaire et de la non-prolifération par l'ensemble des personnels de l'[IRSN](#) et plus particulièrement de ceux appartenant à la direction de l'expertise nucléaire de défense de cet Institut.

Jean Jalouneix de l'[IRSN](#), principal auteur de cet ouvrage, a assuré également la coordination du projet.

Ont contribué à la rédaction de l'ouvrage :

- pour les chapitres [1](#) et [2](#), Jacques Aurelle ainsi que les personnels du service d'appui technique et d'études, plus particulièrement Pierre Funk et David Ladsous ;
- pour les chapitres [3](#) et [4](#), les personnels du service d'accompagnement des contrôles internationaux, plus particulièrement Romuald Bon Nguyen.

Georges Goué et Odile Lefèvre ont assuré les travaux préparatoires à l'édition de l'ouvrage.

Ont contribué activement à la relecture d'ensemble de l'ouvrage Jean Couturier, Michel Brière et Daniel Quéniart.



# Sommaire

---

<b>Préface</b> .....	III
<b>L'auteur</b> .....	V
<b>Avant-propos</b> .....	VII
<b>Introduction</b> .....	XIII

## *Chapitre 1*

### **Sécurité des matières nucléaires, de leurs installations et de leurs transports**

1.1. Éléments de contexte .....	1
1.1.1. Quelques définitions .....	1
1.1.2. Interface entre sûreté et sécurité nucléaires .....	2
1.1.3. Culture de sécurité .....	4
1.1.4. Rappels historiques .....	6
1.1.5. Contexte international .....	7
1.2. Lignes directrices du dispositif de sécurité nucléaire français .....	10
1.3. Démarche de prise en compte des risques .....	11
1.4. Instances gouvernementales concernées .....	14
1.4.1. Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale .....	14
1.4.2. Ministre chargé de l'Énergie .....	15
1.4.3. Ministre de l'Intérieur .....	15
1.4.4. Préfet de département .....	15

1.4.5. Autorité de sûreté nucléaire (ASN) .....	16
1.4.6. Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire .....	16
1.5. Cadre réglementaire .....	17
1.6. Dispositif de protection et de contrôle .....	19
1.6.1. Dispositions relatives à la planification des activités de sécurité .....	19
1.6.1.1. Protection des activités d'importance vitale .....	19
1.6.1.2. Plan Vigipirate .....	21
1.6.2. Dispositions relatives aux obligations des opérateurs .....	21
1.6.2.1. Autorisation .....	22
1.6.2.2. Contrôle .....	39
1.6.2.3. Sanctions .....	43
1.6.3. Exercices et gestion de crise dans le domaine de la sécurité .....	43
1.6.4. Complémentarité entre dispositions de sûreté et de sécurité .....	47

## *Chapitre 2*

### **Sécurité des sources radioactives**

2.1. Éléments de contexte .....	49
2.1.1. Spécificité des sources radioactives .....	49
2.1.2. Vols et pertes de sources .....	50
2.1.3. Contexte historique .....	51
2.2. Cadre international .....	52
2.2.1. Catégorisation des sources .....	52
2.2.2. « Code de conduite » .....	53
2.2.3. Directive Euratom .....	53
2.3. Organisation française .....	54
2.3.1. Cadre réglementaire .....	54
2.3.2. Registre national des sources .....	55

## *Chapitre 3*

### **Non-prolifération nucléaire**

3.1. Rappels historiques .....	57
3.1.1. AIEA .....	57
3.1.2. CEEA (Communauté européenne de l'énergie atomique) .....	61
3.1.3. Quelques définitions .....	63
3.2. Principe des déclarations .....	64
3.2.1. Démarche générale .....	64
3.2.1.1. Notifications d'importations et d'exportations de matières nucléaires .....	64
3.2.1.2. Autres types de déclarations .....	66
3.2.2. Déclarations au titre du protocole additionnel .....	67

3.3. Processus d'inspection .....	67
3.3.1. Démarche générale .....	67
3.3.2. Accès complémentaires .....	70
3.4. Organisation française .....	72
3.4.1. Cadre réglementaire .....	72
3.4.2. Instances gouvernementales .....	72
3.4.3. Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire .....	73

#### *Chapitre 4*

### **Non-prolifération chimique**

4.1. Rappels historiques .....	77
4.2. Contexte international .....	79
4.2.1. Convention sur l'interdiction des armes chimiques .....	79
4.2.1.1. L'interdiction des armes chimiques et leur destruction .....	79
4.2.1.2. La non-prolifération .....	80
4.2.1.3. L'assistance et la coopération .....	82
4.2.1.4. Tableaux de produits chimiques .....	82
4.2.2. Organisation pour l'interdiction des armes chimiques .....	83
4.3. Organisation française .....	84
4.3.1. Cadre réglementaire .....	84
4.3.2. Instances gouvernementales .....	85
4.3.3. Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire .....	86



# Introduction

---

La France a développé dans la deuxième moitié du XX<sup>e</sup> siècle, de manière volontariste, un programme nucléaire de grande ampleur. Ce programme, civil et militaire, couvre aujourd'hui l'ensemble du cycle du combustible nucléaire, une part majoritaire de la production d'électricité (figure 1), ainsi que de nombreuses installations d'essais et de recherche. À côté de ce programme nucléaire, il faut mentionner l'utilisation largement répandue de sources radioactives dans des domaines très divers tels que l'industrie, la médecine, la recherche, l'agroalimentaire ou l'enseignement. Le point commun à toutes ces installations et activités est la mise en œuvre de matières fissiles ou fertiles. La prise en compte des risques associés à ces activités s'exerce non seulement dans le cadre de la responsabilité de l'État français à l'égard de ses citoyens, mais également à l'égard de la communauté internationale.

Les installations et activités nucléaires présentent des risques spécifiques car elles mettent toutes en œuvre, par définition, des quantités plus ou moins importantes de produits radioactifs. Or, ces produits peuvent provoquer l'exposition des travailleurs, des personnes du public ou de l'environnement, aux rayonnements ionisants et à leurs effets.

La protection des travailleurs, des personnes du public et de l'environnement dans le domaine de l'énergie nucléaire repose en premier lieu sur des dispositions de sûreté et de radioprotection. Ces dispositions sont destinées à prévenir les événements internes résultant d'erreurs humaines ou de défaillances matérielles ou externes à l'installation et à limiter les conséquences de ceux qui se produiraient malgré les dispositions de prévention retenues. L'ensemble des dispositions de prévention et de limitation des conséquences est complété par des dispositions de sécurité destinées à prévenir des actions d'origine terroriste ou malveillante et, si nécessaire, en réduire les conséquences. La mise en œuvre de l'ensemble des dispositions de sécurité est fondée sur un partage de responsabilités entre les pouvoirs publics et les opérateurs nucléaires.



Figure 1. Site nucléaire du Tricastin et ses environs, France. © Geneviève Baumont/IRSN.

La communauté internationale considère aujourd'hui le terrorisme comme une préoccupation majeure. La maîtrise de la sécurité nucléaire et radiologique face au risque terroriste ou malveillant ainsi que la lutte contre la prolifération des armes de destruction massive constituent un sujet majeur pour notre société. L'évolution de la menace au niveau international dans ce domaine, la multiplication des instruments internationaux visant à se protéger à l'égard de ces risques, la refonte en 2011 de la réglementation française en matière de sécurité, font de ce domaine un sujet à la fois sensible, évolutif et incontournable. Dans ce contexte, il est essentiel de noter que les préoccupations de sécurité nucléaire rejoignent celles de sûreté nucléaire car le risque pour les personnes du public et l'environnement est de même nature que l'événement initiateur d'un rejet radiologique donné soit un événement d'origine naturelle, une défaillance matérielle ou un acte de malveillance.

La protection à l'égard du terrorisme et des actes de malveillance comporte en fait deux facettes, d'une part les dispositions relevant de la sécurité nucléaire, d'autre part celles relevant de la lutte contre la prolifération des armes de destruction massive. Dans ce contexte, on entend par sécurité nucléaire, la protection des matières nucléaires et radioactives, de leurs installations et des transports associés contre des actes de malveillance, notion qui couvre à la fois le vol et le détournement de matières nucléaires ainsi que les actions de sabotage. Concernant la lutte contre la prolifération des armes de destruction massive, sont concernés les domaines nucléaire et chimique.

Plutôt que de décrire de manière figée l'état actuel des approches de sécurité et de non-prolifération, cet ouvrage propose une présentation partiellement historique qui

fait mieux ressortir leurs évolutions et leurs dynamiques. Il comporte quatre chapitres dédiés respectivement à :

- la [sécurité des matières nucléaires](#), de leurs installations et de leurs transports ;
- la sécurité des sources radioactives ;
- la [non-prolifération nucléaire](#) ;
- la [non-prolifération chimique](#).

Dans chacun des chapitres sont présentés successivement :

- des éléments de contexte et des rappels historiques ;
- le cadre international ;
- l'organisation française ;
- le rôle spécifique de l'[Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire](#) (IRSN).

Les définitions nécessaires à la compréhension des différents sujets sont données, ainsi que les principes et la logique qui ont sous-tendu les approches de sécurité et de non-prolifération. Il est notamment insisté sur la démarche de prise en compte des risques. Sont également détaillées les structures réglementaires nationale et internationale ainsi que les instances et entités impliquées dans ces domaines. Des schémas et des photographies illustrent les différents chapitres ainsi que quelques développements spécifiques destinés à expliciter des points techniques particuliers. Des contributions de l'[IRSN](#) dans ces domaines y sont présentées sous forme de focus.



# Chapitre 1

## Sécurité des matières nucléaires, de leurs installations et de leurs transports

---

### 1.1. *Éléments de contexte*

#### 1.1.1. *Quelques définitions*

Il convient, en premier lieu, de rappeler quelques définitions communément admises par la communauté internationale et issues de différents glossaires de l'[AIEA](#) :

- la « **sûreté nucléaire** » est l'ensemble des dispositions techniques et des mesures d'organisation relatives à la conception, à la construction, au fonctionnement, à l'arrêt et au démantèlement des installations nucléaires, ainsi qu'au transport des matières radioactives, prises en vue de prévenir les accidents ou d'en limiter les effets ;
- la « **sécurité nucléaire** » comprend les mesures de prévention, de détection et de réaction au vol, au sabotage, à l'accès non autorisé, au déplacement illégal de matières nucléaires ou à tout autre acte malveillant concernant des matières nucléaires<sup>1</sup>, toutes autres substances radioactives ou les installations qui les contiennent ;

---

1. L'AIEA ne retient que trois matières nucléaires, toutes radioactives. La définition retenue en France est plus large et comporte des matières non radioactives.

- les « **actes de malveillance** » concernent d'une part le vol ou le détournement de matières nucléaires, d'autre part les actes de sabotage ou agressions pouvant porter atteinte à la santé des personnes ou à l'environnement, notamment par relâchement de substances radioactives.

La réglementation française est fondée sur une définition plus large de la sécurité nucléaire que celle de l'**AIEA** ; elle comprend la sûreté nucléaire, la radioprotection, la prévention et la lutte contre les actes de malveillance, ainsi que les actions de sécurité civile en cas d'accident (**loi relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire** du 13 juin 2006). C'est toutefois la définition plus technique retenue au niveau international qui sera utilisée dans la suite de cet ouvrage.

En outre, au titre de la réglementation française on entend par « matières nucléaires » le **plutonium**, l'**uranium**, le **thorium**, le deutérium, le **tritium** et le lithium 6, c'est-à-dire des matières qui peuvent être utilisées dans la fabrication d'un engin nucléaire explosif. C'est cette définition qui sera retenue dans la suite de ce document. À noter que la définition d'une matière nucléaire au titre des contrôles internationaux ne retient que les trois éléments plutonium, uranium et thorium.

### **1.1.2. Interface entre sûreté et sécurité nucléaires<sup>2</sup>**

Il résulte des définitions précédentes que, si la finalité commune de la sûreté et de la sécurité nucléaires est la protection de l'homme et de l'environnement à l'égard des effets des rayonnements ionisants, la sûreté s'attache à la maîtrise des risques induits du fait même de l'existence d'une installation nucléaire, tandis que la sécurité vise à se protéger d'actions d'origine malveillante pouvant conduire à des conséquences radiologiques ou à des effets dévastateurs résultant de l'utilisation de matières nucléaires.

Les événements initiateurs pris en considération sont de nature différente dans les deux cas. En matière de sûreté, les situations redoutées proviennent soit d'événements externes d'origine naturelle ou liés à l'activité industrielle, soit d'événements internes induits par des défaillances matérielles ou des défaillances humaines. En matière de sécurité, les événements redoutés résultent d'actes volontaires menés avec l'intention de nuire. Ces derniers reposent donc sur des actions « intelligentes », raisonnées ou non, réalisées dans un but précis de vol, de détournement ou de sabotage, et susceptibles d'être adaptées aux parades qui leur sont ou pourraient leur être opposées.

Il résulte de cette différence dans la nature des événements initiateurs pris en compte des approches sensiblement différentes entre sûreté et sécurité. Un besoin de transparence s'est fait jour assez rapidement en matière de sûreté nucléaire afin notamment de pouvoir partager le retour d'expérience et d'éviter que des incidents ou accidents survenus dans une installation ne se reproduisent dans une autre. À l'inverse, et même si le besoin de partager le savoir-faire et l'expérience d'événements passés existe aussi en matière de sécurité, le caractère volontaire et malveillant des événements à prendre en compte incite à la mise en place de mesures de confidentialité. La protection

---

2. Lire « Approches comparatives entre sûreté et sécurité nucléaires », J. Jalouneix, IRSN 2009/117, Collection documents de référence, © IRSN/2009, disponible sur [www.irsn.fr](http://www.irsn.fr).

de l'information permet en effet d'éviter que les malveillants éventuels ne connaissent les mesures de protection auxquelles ils devraient faire face, voire de ne pas divulguer un point de faiblesse éventuelle d'une installation ou d'une activité. Il convient enfin d'éviter que la connaissance d'actes de malveillance perpétrés ne suscite des événements similaires. La sécurité nucléaire intègre des notions de dissuasion et de confidentialité au titre du secret de défense, qui n'existent pas en matière de sûreté nucléaire.

Les domaines couverts respectivement par la sûreté et la sécurité sont également partiellement distincts. La sûreté nucléaire visant à la protection de l'homme et de l'environnement à l'égard du risque radiologique, recouvre naturellement certains aspects liés à la protection contre les rayonnements ionisants. De son côté, la sécurité nucléaire traite de la prévention du vol et du détournement de matières nucléaires ainsi que de la prévention des risques de sabotage pouvant viser des installations nucléaires ou des matières radioactives. Concernant le risque de vol ou de détournement de matières nucléaires, la sécurité s'appuie sur des mesures de suivi physique et de comptabilité des matières nucléaires développées soit au niveau national, soit dans le cadre de contrôles internationaux qui n'ont que peu d'interfaces avec la sûreté. C'est donc essentiellement dans la protection à l'égard du risque de sabotage que sûreté et sécurité ont un domaine commun et se complètent mutuellement.

La répartition des responsabilités entre les différentes entités impliquées est également différente dans les domaines de la sûreté et de la sécurité, même si elle présente des similitudes. Les exploitants nucléaires sont les premiers responsables de la sûreté et de la sécurité de leurs installations et cette responsabilité ne peut en aucun cas être déléguée. Cette responsabilité première repose sur le même constat en sûreté et en sécurité, à savoir que l'opérateur peut mieux que quiconque identifier les risques associés à ses activités, détecter des dérives par rapport aux exigences de sûreté ou de sécurité et prendre des dispositions appropriées à tout moment. De son côté, l'État fait en sorte que les responsabilités de chacun (opérateur, autorité...) soient clairement définies aussi bien dans le domaine de la sûreté que dans celui de la sécurité. La protection à l'égard des actions de malveillance nécessite cependant un positionnement différent et une implication plus large et plus directe de l'État en matière de sécurité. En particulier, un opérateur ne peut pas assurer seul la protection d'un site ou d'une installation contre toutes les actions de malveillance, et le rôle de l'État est déterminant à plus d'un titre en matière de sécurité :

- l'État est tout d'abord directement impliqué dans la recherche du renseignement et dans l'appréciation du risque d'actions de malveillance pouvant affecter les installations nucléaires et les matières radioactives ; ce risque évolue en effet dans le temps et l'État doit veiller à l'adaptation en conséquence des mesures de sécurité ;
- l'État définit les menaces de référence à retenir pour concevoir et dimensionner les systèmes de protection physique ;
- l'État joue également un rôle déterminant dans la réponse à certaines actions de malveillance par l'intervention des forces de l'ordre (police ou gendarmerie) ;
- la gestion d'une crise résultant d'un acte de malveillance sollicite la contribution d'un plus grand nombre de services de l'État que la gestion d'une crise relevant purement de la sûreté. Sont par exemple impliqués les forces de l'ordre et

les autorités judiciaires (même si celles-ci peuvent intervenir, mais avec un rôle moindre, lors d'une crise sûreté), les services de déminage... ;

- l'État définit enfin les règles de confidentialité et de protection des informations et met en place un système de contrôle des personnes ayant accès à des activités ou informations sensibles.

Il résulte de ce contexte un positionnement différent des autorités de sûreté et de sécurité au sein de l'État. En France, l'autorité de sûreté est une autorité indépendante du gouvernement alors que l'autorité de sécurité est plus fortement attachée aux activités régaliennes de l'État. Le positionnement de l'IRSN en tant que support technique des autorités françaises dans les domaines de la sûreté et de la sécurité lui permet de disposer d'une vision globale sur l'ensemble des risques nucléaires et de fournir aux autorités de sûreté et de sécurité des avis tenant compte des préoccupations relatives à ces deux domaines.

Par ailleurs, il arrive que des exigences de sûreté ou de sécurité soient potentiellement contradictoires. À titre d'exemple, l'accès et l'intervention d'équipes de secours (lutte contre l'incendie...) doivent être facilités au titre de la sûreté, mais certains accès de l'installation doivent être contrôlés en permanence. De même, certaines zones sensibles au titre de la sécurité font l'objet de protections particulières (systèmes de badges...), mais il doit être possible d'évacuer ces zones d'urgence en cas d'incendie ou de risque de criticité. De même, le respect des procédures de sûreté peut conduire à augmenter le temps d'un transport afin de respecter un principe de prudence visant à minimiser les risques d'accident de circulation, alors que les besoins de sécurité peuvent conduire à vouloir minimiser ce temps de transport.

Un autre exemple porte sur la façon d'assurer le suivi des matières nucléaires. Aussi bien en sûreté qu'en sécurité, il est nécessaire de connaître les quantités de matières détenues avec la plus grande précision possible ; toutefois les règles de sûreté imposent de prendre des marges de conservatisme afin de se prémunir notamment des risques de criticité, tandis que la démarche de sécurité s'attache à comptabiliser le plus précisément possible les quantités réelles de matières nucléaires afin de se prémunir des risques de détournement.

Les procédures et les règles d'exploitation doivent en conséquence prendre en compte les exigences respectives de la sûreté et de la sécurité et mettre en œuvre des dispositions globalement satisfaisantes tant du point de vue de la sûreté que de la sécurité.

### 1.1.3. *Culture de sécurité*<sup>3</sup>

La culture de sécurité est l'ensemble des caractéristiques et des attitudes qui, dans les organismes et chez les individus, font que les questions relatives à la protection à l'égard de la perte, du vol ou du détournement de matières nucléaires d'une part, des actes de malveillance dans les installations nucléaires ou lors de transports de matières nucléaires d'autre part, bénéficient, en priorité, de l'attention qu'elles méritent en raison de leur importance.

---

3. Lire « Culture de sécurité dans le domaine nucléaire », D. Winter, IRSN 2005/54, Collection documents de référence, © IRSN/2010 (réédition), disponible sur [www.irsn.fr](http://www.irsn.fr).

La culture de sécurité se manifeste dans trois grands domaines. Le premier est constitué par la politique que l'État met en pratique, compte tenu notamment des contextes nationaux et internationaux. Le deuxième est constitué par la structure mise en place au sein de chaque organisme concerné, en particulier en application de la politique fixée par l'État : dans ce domaine, il y a lieu de distinguer ce qui relève de l'organisme lui-même et ce qui concerne ses dirigeants ; c'est aux dirigeants qu'il appartient en effet d'instaurer et de promouvoir des bonnes pratiques et de donner l'exemple en matière de culture de sécurité. Le troisième domaine est constitué par l'attitude qu'adopte chaque personne, quelle que soit sa position, pour mettre en œuvre cette politique dans le cadre de la structure au sein de laquelle elle agit et pour en tirer profit dans son travail. La figure 2 récapitule les différents acteurs impliqués dans la culture de sécurité.

Il est également nécessaire que la culture de sécurité ne reste pas confinée aux seuls organismes concernés et à leurs personnels. Chacun, dans son activité, doit faire l'effort de sensibiliser les personnes du public à la culture de sécurité dans le domaine du nucléaire. La culture de sécurité doit être ressentie par les personnes du public comme un gage de professionnalisme, de compétence et de responsabilité de l'ensemble des organismes et personnes impliqués dans la protection des matières nucléaires, de leurs installations et de leurs transports.



Figure 2. Les différents acteurs impliqués dans la culture de sécurité.

### 1.1.4. *Rappels historiques*

La France a, de manière volontariste, développé un programme nucléaire de grande ampleur depuis plus de 40 ans. Ce programme a permis de réaliser les installations nécessaires à un cycle complet du combustible nucléaire, d'assurer une part majoritaire de la production d'électricité, ainsi que les essais et recherches associés et l'entreposage des déchets. Le point commun à toutes ces installations est la mise en œuvre de matières fissiles ou fertiles. La prise en compte des risques associés à ce programme s'exerce dans le cadre de la responsabilité de l'État français à l'égard non seulement de ses citoyens, mais également de la communauté internationale.

Cette prise en compte a conduit la France à développer une démarche générale de protection contre les actes de malveillance. Les premiers textes législatifs dans ce domaine remontent aux années 1980 pour ce qui concerne la protection et le [contrôle des matières nucléaires](#) à l'égard du vol et à une ordonnance de 1958 pour ce qui concerne la protection des installations à l'égard du sabotage. Une révision de l'ensemble de ce dispositif réglementaire a été conduite de 2005 à 2011 afin de compléter et de renforcer la protection des matières nucléaires, de leurs installations et de leurs transports. Il en a résulté la mise en place de textes nouveaux ou plus détaillés qui s'inscrivent, aux plans législatif et réglementaire, dans le cadre juridique du [code de la défense](#).

Cette rénovation de la réglementation, achevée pour l'essentiel en 2011, a eu pour objectifs :

- de répondre aux exigences internationales (résolutions de l'ONU pour lutter contre le terrorisme nucléaire, notamment les résolutions [UNSCR 1373](#) et [UNSCR 1540](#), amendement de la [Convention sur la protection physique des matières et installations nucléaires](#), évolutions des idées et des pratiques dans le domaine de la sécurité nucléaire portées par le développement des textes de la « série sécurité » de l'[AIEA](#)) ;
- de rapprocher et d'harmoniser les réglementations visant à la sécurité nucléaire, notamment celles relatives respectivement au vol et au détournement de matières nucléaires (prolifération nucléaire) et à la protection des installations nucléaires contre le sabotage (conséquences sur les personnes et l'environnement) afin de bénéficier pleinement des synergies possibles dans leurs mises en œuvre ;
- de prendre en compte la complémentarité des démarches de sûreté et de sécurité nucléaires dans le domaine de la protection à l'égard de la malveillance (sabotage) ;
- de réviser les menaces de référence (durcissement des menaces pour tenir compte de l'évolution du contexte international) en précisant notamment les objectifs de protection à associer à chacune de ces menaces ;
- de renforcer le cadre juridique, notamment face à l'arrivée d'un nombre grandissant d'opérateurs privés détenant des matières nucléaires pour lesquels certaines dispositions relevant d'instructions ministérielles n'étaient pas opposables ;

- de préciser et de graduer les peines et délits relevant de cette réglementation ;
- de compléter l’approche fondée sur une obligation de résultat par une approche mixte imposant dans certains cas des exigences minimales à respecter (obligation dite de capacité).

L’**IRSN** en tant qu’appui technique des autorités a contribué à cette évolution de la réglementation en proposant des éléments de doctrine ainsi que des éléments techniques fondés sur le retour d’expérience et les nouvelles approches internationales.

### 1.1.5. *Contexte international*

Dès le début des années 1970, l’**AIEA** (figure 3) a servi de forum où les experts ont pu confronter leurs expériences nationales dans le domaine de la protection physique des matières nucléaires. Cette expérience a été rassemblée pour la première fois en 1972 sous la forme de recommandations à caractère technique dans un document intitulé « La protection physique des matières nucléaires » (INFCIRC 225). Ces recommandations ont été suivies de la négociation sous les auspices de l’AIEA d’une **Convention sur la protection physique des matières nucléaires**, ouverte en 1980 à la signature des États. Un **amendement** à cette convention, daté de juillet 2005, étend de manière significative la portée de cette convention dont l’objectif est d’assurer la protection des matières et des installations nucléaires à l’égard d’actes de malveillance ou d’actions terroristes. Cet amendement a été ratifié par la France en décembre 2012.



Figure 3. Vue de l’Agence internationale de l’énergie atomique (AIEA) située à Vienne, Autriche. © DR.

Les principales modifications à la convention d'origine adoptées en juillet 2005 sont les suivantes :

- le domaine couvert par la convention est significativement élargi. Avant sa révision, la convention portait essentiellement sur la protection des matières nucléaires en cours de transport international. La convention révisée concerne aussi l'usage domestique des matières nucléaires (dans les installations, en entreposage et en cours de transport). Elle concerne également la protection des matières et des installations nucléaires contre le sabotage ;
- la convention révisée met en avant la responsabilité première des États en matière de protection physique des matières nucléaires et des installations nucléaires contre le vol et le sabotage. Elle demande cependant que la qualité de la protection physique mise en œuvre dans chaque État réponde à des critères minimaux ;
- chaque État partie à la convention doit mettre en place un système de protection physique fondé notamment sur l'existence d'un cadre législatif et réglementaire et sur la désignation d'autorités compétentes ;
- douze principes fondamentaux de protection physique sont édictés dans la convention révisée (figure 4) ;
- de nouveaux délits sont mentionnés afin de renforcer la dissuasion et la répression à l'égard du vol et du sabotage. De même, les mécanismes d'entraide judiciaire entre États sont renforcés.

En parallèle, l'AIEA développe une « série sécurité » selon une architecture similaire à celle de la « série sûreté ». La figure 5 présente le schéma de la « roue de sécurité ». La structure de cet ensemble documentaire est la suivante :

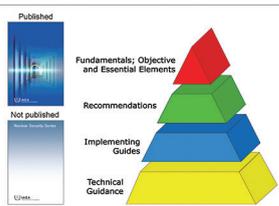
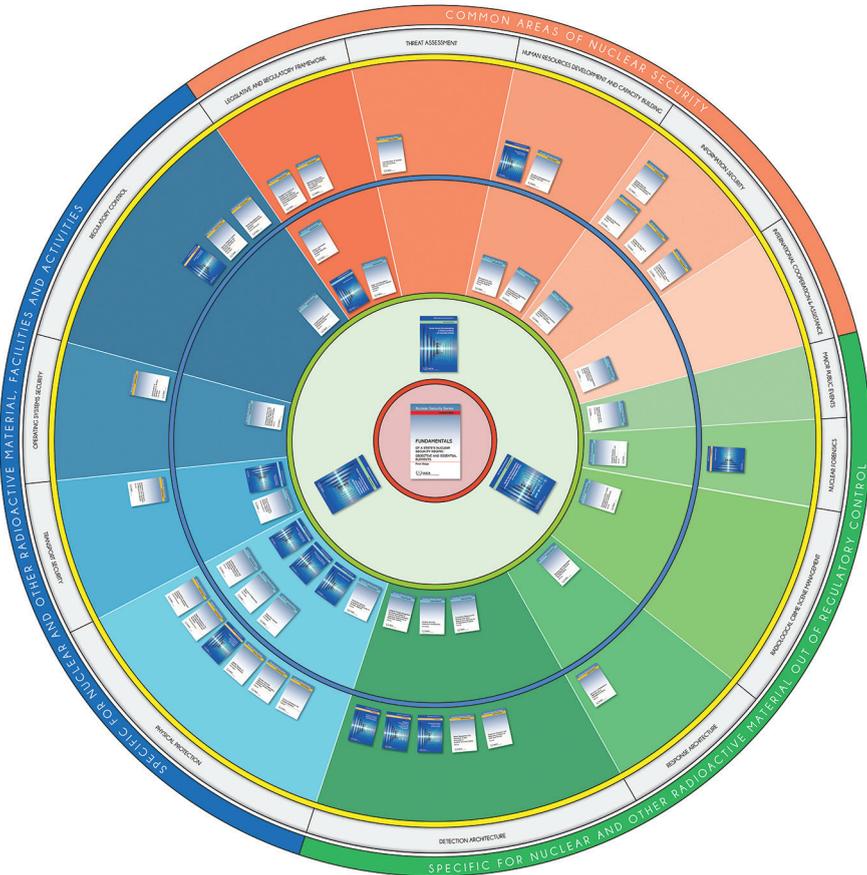
- un document exprimant des « fondamentaux » qui présente les objectifs, les concepts et les principes de protection des matières, des installations et des transports. Il assure le lien avec les instruments internationaux en matière de sécurité nucléaire (conventions internationales, résolutions de l'ONU...) ;

- Responsabilité de l'état
- Responsabilité lors des transports internationaux
- Cadre législatif et réglementaire
- Autorité compétente
- Responsabilité des opérateurs
- Culture de sécurité
- Menaces
- Approche graduée
- Défense en profondeur
- Management de la qualité
- Plan d'urgence
- Confidentialité



Figure 4. Les 12 principes fondamentaux de sécurité de l'AIEA.

# IAEA Nuclear Security Series



Status as of September 2011

The International Atomic Energy Agency (IAEA) is a United Nations system organization with its headquarters in Vienna, Austria. The IAEA's mission is guided by the interests and needs of Member States and includes supporting the peaceful uses of nuclear science and technology, promoting high levels of nuclear safety and verifying compliance with non-proliferation agreements.

Further information on the activities undertaken by the IAEA can be found at [www.iaea.org](http://www.iaea.org)

Nuclear security issues relating to the prevention and detection of, and response to, theft, sabotage, unauthorized access and illegal transfer or other malicious acts involving nuclear material and other radioactive substances and their associated facilities are addressed in the IAEA nuclear security guidelines series of publications.

Publications in the IAEA Nuclear Security Series are issued in the following four categories:  
**Nuclear Security Fundamentals, Recommendations, Implementing Guides and Technical Guidance.**

The publications can be downloaded or ordered from [http://www-nr.iaea.org/security/nuclear\\_security\\_series.asp](http://www-nr.iaea.org/security/nuclear_security_series.asp)

The diagram above follows a thematic breakdown into three groups: Common Areas of Nuclear Security, Specific to Nuclear Material and Other Radioactive Material, Facilities and Activities, and Specific to Nuclear Material and Other Radioactive Material out of Regulatory Control. The grouping of the publications into these thematic areas is a work in progress and will evolve as the nuclear security series grows and adapts to the needs of the IAEA Member States.

Future issues of this poster will reflect any relevant updates to the nuclear security publications.

Figure 5. Schéma de la « série sécurité » de l'AIEA. © AIEA.

- trois documents de recommandations concernant :
  - la protection physique des matières, des installations et des transports nucléaires (ou [INFCIRC 225 révision 5](#)) ;
  - la sécurité des matières radioactives et des installations associées ;
  - les matières nucléaires et autres matières radioactives hors du contrôle réglementaire.
- des guides d'application des recommandations ;
- des guides techniques explicitant des dispositions de protection sur des sujets spécifiques.

La France et en particulier l'[IRSN](#) ont été fortement impliqués dans les évolutions de la convention ci-dessus mentionnée et restent force de proposition dans le développement de la « série sécurité » de l'[AIEA](#).

## **1.2. Lignes directrices du dispositif de sécurité nucléaire français**

Le dispositif de sécurité nucléaire mis en place par la France est fondé sur les lignes directrices ci-après :

- l'établissement par les pouvoirs publics d'un ensemble de textes législatifs et réglementaires visant à la protection des matières nucléaires, de leurs installations et de leurs transports contre les actes de malveillance. Ce dispositif couvre à la fois la protection des matières nucléaires à l'égard des risques de vol et de détournement et la protection des installations et des transports à l'égard des risques de sabotage ;
- la désignation d'une autorité compétente en matière de sécurité nucléaire, le ministre chargé de l'Énergie. Il convient de noter que cette autorité est distincte de celle en charge du contrôle de la sûreté nucléaire, l'[Autorité de sûreté nucléaire \(ASN\)](#) ;
- une articulation autour des trois piliers que sont l'autorisation préalable à l'exercice de toute activité mettant en œuvre des matières nucléaires, le contrôle par les pouvoirs publics du respect des dispositions de l'autorisation et l'établissement de sanctions pénales et administratives en cas d'infraction ;
- une analyse des risques conduisant à la définition par l'État d'un ensemble de menaces à prendre en compte pour la protection des matières nucléaires, de leurs installations et de leurs transports ainsi que des objectifs de protection associés à ces menaces ; les opérateurs et les services concernés de l'État ayant ensuite à prendre des dispositions appropriées à l'égard de ces objectifs ;
- la responsabilité première des opérateurs dans la conception et la mise en œuvre d'un dispositif de protection répondant aux obligations qui s'imposent à eux ;
- un partage des responsabilités entre l'État et les opérateurs, l'État prenant à sa charge l'évaluation permanente de la menace, notamment grâce à des actions de

renseignement ; il est également de la responsabilité de l'État de mettre en place des moyens d'intervention locaux et nationaux capables de compléter ceux de l'opérateur pour faire face aux actes de malveillance ;

- une approche intégrée comportant des mesures de suivi physique et de comptabilité visant à connaître précisément les quantités de matières nucléaires présentes dans les installations et leurs localisations, ainsi que des mesures de protection physique ; ces deux ensembles de mesures se complètent pour assurer l'efficacité du dispositif ;
- une démarche à mettre en œuvre par les opérateurs, reposant pour l'essentiel sur une obligation de résultats complétée dans certains cas (pour les transports notamment) par des dispositions prescriptives fixant un minimum de dispositions de protection ;
- une démarche reposant sur la notion de défense en profondeur qui comporte des mesures de dissuasion, de prévention, de détection, de retard et d'intervention qui relèvent, selon le cas, de la responsabilité de l'opérateur ou de celle des services concernés de l'État ;
- une approche graduée adaptée à la sensibilité des matières nucléaires ou aux conséquences radiologiques possibles d'un sabotage qui affecterait de telles matières, une installation nucléaire ou un transport.

### 1.3. Démarche de prise en compte des risques

Dans le domaine de l'énergie nucléaire, la protection des personnes et de l'environnement repose :

- d'une part sur des mesures de sûreté nucléaire et de radioprotection. Ces mesures sont destinées à prévenir les événements d'origine interne ou externe à l'installation (résultant d'événements naturels ou de défaillances matérielles ou humaines) et, le cas échéant, à en réduire les conséquences ;
- d'autre part sur des mesures de sécurité destinées à prévenir les actes de malveillance et, le cas échéant, à réduire les conséquences de ceux qui seraient perpétrés malgré les mesures de prévention.

Concernant ce second point, deux familles de risques sont distinguées :

- le vol ou le détournement de matières nucléaires à des fins de fabrication d'un engin nucléaire explosif ;
- le sabotage ou l'agression de matières nucléaires, d'installations ou de transports pouvant porter atteinte à la santé des personnes ou à l'environnement par relâchement de substances radioactives, irradiation ou contamination ou encore par des rejets toxiques associés aux activités nucléaires.

Afin de définir et d'organiser les dispositions de protection et de [contrôle des matières nucléaires](#), de leurs installations et de leurs transports, il convient en premier lieu d'évaluer les besoins de sécurité, puis en second lieu de mettre en place des dispositifs de sécurité appropriés.

La démarche pour concevoir, dimensionner, mettre en place et évaluer le dispositif de sécurité d'une installation détenant des matières nucléaires ou d'un transport de matières nucléaires comporte les principales étapes suivantes :

- établissement de menaces de référence fondées sur des scénarios de vol ou de détournement de matières nucléaires ainsi que de sabotage ;
- détermination, pour chaque installation ou transport, des ensembles d'équipements et des matières à protéger à partir de l'évaluation des conséquences possibles d'actes de malveillance relevant des menaces de référence ; en d'autres termes, cela revient à identifier les cibles possibles d'actes de malveillance ;
- dimensionnement du dispositif de sécurité permettant de faire face aux menaces de référence ;
- évaluation du dispositif de sécurité retenu compte tenu des dispositions mises en place et des menaces de référence.

La première étape est à la charge des pouvoirs publics tandis que les étapes suivantes sont à réaliser par les opérateurs, sous le contrôle de l'autorité compétente qui s'appuie sur l'expertise fournie par l'IRSN. La deuxième étape doit conduire les opérateurs à identifier toutes les cibles possibles d'un acte de malveillance et à les hiérarchiser en fonction de leur attractivité.

Le processus de définition des menaces requiert la participation de plusieurs services de l'État (services de renseignements civils et militaires, police, gendarmerie, autorités en charge de la sécurité et de la sûreté nucléaire...) ainsi que des principaux opérateurs du secteur nucléaire. Il débute par le rassemblement de toutes les informations connues au sujet des menaces. Toutes les sources fiables sont considérées.

Les menaces retenues sont analysées pour leur pertinence à l'égard du risque de vol ou de détournement de matières nucléaires ou de sabotage. Elles se répartissent en deux grandes catégories :

- les menaces internes, fondées sur l'action de personnes autorisées à accéder à l'installation et aux matières nucléaires ;
- les menaces externes, comprenant des actions réalisées par un ou des groupes d'agresseurs venant de l'extérieur, disposant de moyens plus ou moins sophistiqués.

L'identification des cibles possibles s'effectue à partir :

- des études de sûreté et de l'analyse des zones et des équipements les plus sensibles associés (en termes de conséquences possibles d'un acte de malveillance qui les affecterait), pour ce qui concerne le sabotage d'une installation ou d'un transport ;
- de la catégorisation des matières nucléaires (§ 1.6.2) pour ce qui concerne le vol de ces matières.

Les cibles ainsi recensées sont ensuite hiérarchisées en fonction de la gravité des conséquences estimées d'actions envisageables sur ces cibles.

Le dispositif de sécurité s'articule autour d'une démarche qui intègre les menaces, la sensibilité, la vulnérabilité et l'évaluation des conséquences possibles. Sa conception est fondée sur des mesures de vigilance, de dissuasion, de prévention, de protection, de réaction contre toute menace et de limitation des conséquences. Les mesures de protection sont elles-mêmes déclinées en dispositions de détection, d'alerte et de retardement.

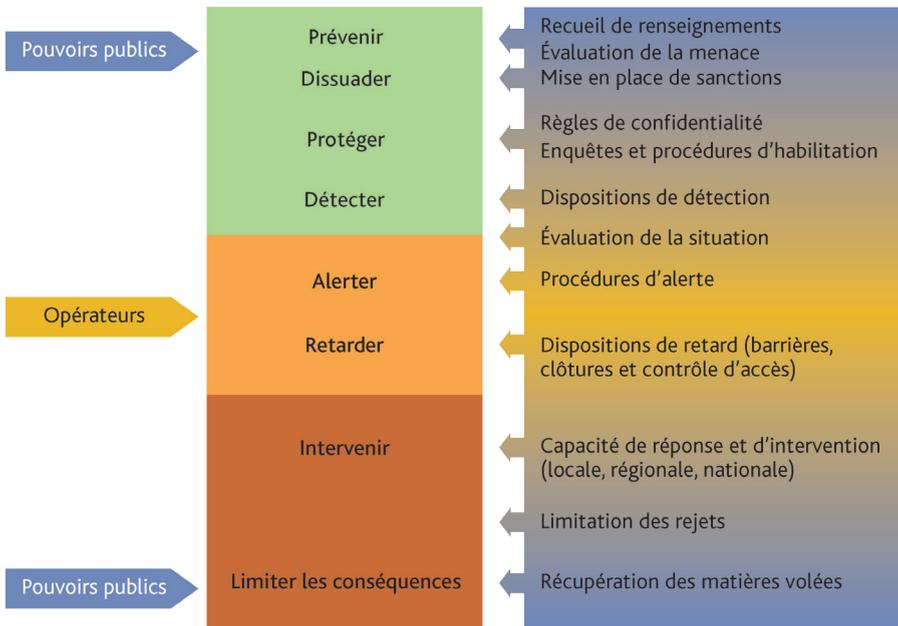
Le dispositif de sécurité est conçu selon une démarche de défense en profondeur et tient compte de deux aspects essentiels :

- la détermination de la sensibilité de chaque cible de l'installation ou du transport ; la sensibilité est caractérisée par le niveau des conséquences possibles d'un acte de malveillance affectant une cible ;
- l'évaluation de la vulnérabilité des différentes cibles pour les différents types d'agression, c'est-à-dire l'évaluation du degré de difficulté à réaliser une agression donnée sur la cible considérée.

Il est important de noter que la mise en place du dispositif de sécurité suppose une déclinaison claire des responsabilités respectives des pouvoirs publics et des opérateurs du nucléaire. La figure 6 résume cette allocation de responsabilités.

Il appartient notamment aux pouvoirs publics :

### *La sécurité, une responsabilité partagée !*



**Figure 6.** Allocation des responsabilités des pouvoirs publics et des exploitants nucléaires en matière de sécurité.

- d'évaluer les menaces à partir de la recherche, du recueil et de l'exploitation du renseignement et de définir les menaces de référence à partir de ces données et de les notifier aux opérateurs ;
- de tenir les opérateurs informés des menaces qui pèsent sur leurs installations ou activités ;
- de disposer d'une capacité de réponse et d'intervention suffisante grâce aux forces de l'ordre disponibles aux niveaux local, régional et national ;
- de définir les règles nécessaires en termes de confidentialité et de protection des informations sensibles.

Les opérateurs sont, quant à eux, notamment tenus de mettre en place des dispositions :

- de détection des actions malveillantes ainsi que des intrusions ou tentatives d'intrusion ;
- d'alerte et d'information des pouvoirs publics et, le cas échéant, des organismes impliqués (par exemple le centre opérationnel dédié de l'IRSN en cas d'événement affectant un transport de matières nucléaires) ; l'alerte doit être accompagnée d'une première évaluation de la situation ;
- de retardement de nature à entraver ou gêner l'action des agresseurs d'une installation ou d'un transport.

Les dispositions à mettre en œuvre pour limiter les conséquences d'un acte de malveillance sont quant à elles définies en étroite collaboration entre les opérateurs et les pouvoirs publics, notamment dans le cadre des plans d'urgence élaborés par ces différentes entités et traitant respectivement des aspects sûreté et sécurité.

## **1.4. Instances gouvernementales concernées**

Au sein des pouvoirs publics, plusieurs entités sont impliquées dans le dispositif de sécurité nucléaire. Elles exercent, en étroite collaboration, des responsabilités complémentaires.

### **1.4.1. Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale**

Le **Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale** (SGDSN) est un service du Premier ministre. Il a un rôle général de coordination interministérielle en matière de politique de défense et de sécurité et se trouve notamment chargé de la planification de la gestion de crise dans le domaine nucléaire. À ce titre, le SGDSN est en charge de l'élaboration et des modifications de la réglementation relative aux activités d'importance vitale, qui comprend la définition des menaces à prendre en compte. Le SGDSN est en outre chargé de la définition de la politique de confidentialité et de l'élaboration des règles de mise en œuvre associées.

### **1.4.2. Ministre chargé de l'Énergie**

La responsabilité du [contrôle des matières nucléaires](#) est confiée par le [code de la défense](#) au ministre chargé de l'Énergie pour les matières nucléaires à usage civil. À ce titre, ce ministre est en charge :

- de l'élaboration et des modifications de la réglementation applicable en ce domaine aux matières et installations nucléaires et aux transports ;
- de la délivrance des autorisations nécessaires aux opérateurs pour exercer une activité impliquant des matières nucléaires et des mises à jour de ces autorisations ;
- de l'exercice du contrôle de la mise en œuvre par les opérateurs des dispositions prescrites dans les autorisations qui leur ont été délivrées ; il diligente notamment des inspections sur les sites nucléaires et au cours de transports ;
- de l'application, dans le secteur nucléaire, de la réglementation relative aux activités d'importance vitale ;
- de l'organisation d'exercices de crise nationaux.

Pour exercer ces responsabilités, le ministre chargé de l'Énergie s'appuie sur un service dédié constitué de personnels en charge de l'instruction des dossiers, de l'inspection et de l'élaboration de la réglementation. Ce service est placé sous la responsabilité du Haut fonctionnaire de défense et de sécurité auprès du ministre en charge de l'Énergie (HFDS) ; le HFDS assure la fonction d'autorité compétente pour la sécurité nucléaire. Pour l'exercice de ses missions, le HFDS fait appel, en tant qu'appui technique à l'IRSN, établissement public à caractère industriel et commercial (§ 1.4.6).

### **1.4.3. Ministre de l'Intérieur**

Le ministre de l'Intérieur a autorité sur l'ensemble des forces de l'ordre, tant locales que nationales, susceptibles d'intervenir en cas d'acte de malveillance. Selon la localisation des installations nucléaires ou des transports, les forces de l'ordre compétentes appartiennent à la gendarmerie nationale ou à la police nationale. Dans tous les cas, des protocoles régissent les relations entre ces forces de réponse dépendant des pouvoirs publics et celles mises en place par les opérateurs. De plus, les services de renseignement qui dépendent du ministre de l'Intérieur ont un rôle essentiel dans la prévention des actes de malveillance et contribuent à l'évaluation des menaces.

Par ailleurs, sur décision du Premier ministre, la conduite interministérielle de la réponse opérationnelle à une crise peut être confiée à ce ministre.

### **1.4.4. Préfet de département**

Dans chaque département, un préfet dirige l'action de l'État. À ce titre, il est notamment responsable de la gestion locale de toutes les crises se produisant dans son département, et en particulier de celles, d'origine accidentelle ou résultant d'un acte

de malveillance, pouvant affecter une installation nucléaire ou un transport de matière radioactives. Ce rôle essentiel du préfet de département en cas de crise a conduit à lui confier l'approbation du plan particulier de protection (PPP) — préparé par chaque opérateur — et la réalisation du plan de protection externe (PPE), tels que prévus par la réglementation relative aux activités d'importance vitale (§ 1.6.1).

#### **1.4.5. Autorité de sûreté nucléaire (ASN)**

Dans le cadre de sa mission de contrôle, l'ASN analyse les risques et inconvénients que les installations nucléaires et les transports de matières radioactives peuvent présenter pour la sécurité, la santé et la salubrité publiques ou pour la protection de la nature et de l'environnement, quelle que soit l'origine de ces risques (malveillance ou non). Le cas échéant, l'ASN notifie aux opérateurs les prescriptions nécessaires à la protection des personnes du public et de l'environnement.

L'ASN est consultée sur les projets de décrets et d'arrêtés ministériels relatifs à la sécurité nucléaire.

En cas de situation d'urgence radiologique, quelle qu'en soit l'origine, l'ASN assure une mission de conseil auprès des pouvoirs publics (notamment le préfet, le ministre en charge de la gestion de la crise et le Premier ministre) dans le domaine de la protection des populations et de l'environnement. L'ASN a également pour mission de s'assurer que l'opérateur prend les bonnes dispositions pour ramener à l'état sûr l'installation concernée par une action de malveillance.

#### **1.4.6. Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire**

L'IRSN, EPIC créé en 2002<sup>4</sup>, apporte un soutien technique à l'ensemble des autorités gouvernementales impliquées dans la **sécurité des matières nucléaires**, de leurs installations et de leurs transports. En particulier, l'IRSN effectue, pour le compte du HFDS auprès du ministre chargé de l'Énergie et dans le cadre d'une convention passée avec ce ministère, les missions suivantes :

- il réalise des analyses de situations ou de dossiers en vue de préparer des décisions du HFDS ;
- il met à disposition du HFDS des personnels habilités et assermentés en vue d'effectuer des inspections dans les installations nucléaires et sur les transports de matières nucléaires ;
- il participe à l'élaboration de la réglementation et assiste les services du HFDS dans les activités menées à cet égard à l'international ;
- il tient une comptabilité centralisée de l'ensemble des matières nucléaires civiles détenues en France ;

---

4. L'IRSN résulte de la fusion de l'IPSN (Institut de protection et de sûreté nucléaire), qui faisait partie du CEA et de l'OPRI dans sa composante technique (Office de protection contre les rayonnements ionisants).

- il assure la gestion et le traitement des accords d'exécution des transports de matières nucléaires, le suivi opérationnel de ces transports et la transmission des alertes aux autorités ;
- il mène des études ou des expérimentations en support à ses expertises techniques ou pour les besoins des contrôles réalisés lors des inspections.

## 1.5. Cadre réglementaire

La réglementation française applicable aux matières nucléaires, à leurs installations et à leurs transports comporte des textes de niveau législatif (lois), et des textes de niveau réglementaire (décrets et arrêtés d'application). Ces textes se trouvent principalement dans le [code de la défense](#) ou en découlent ; il s'agit pour l'essentiel :

- des parties législative (articles L. 1333-1 et suivants du [code de la défense](#)) et réglementaire (articles R. 1333-1 et suivants) relatives à la protection et au [contrôle des matières nucléaires](#) ;
- des parties législative (articles L. 1332-1 et suivants du [code de la défense](#)) et réglementaire (articles R. 1332-1 et suivants) relatives à la protection des installations d'importance vitale (§ 1.6.1) ;
- de la directive nationale de sécurité (DNS) du secteur nucléaire prise en application du [code de la défense](#) (document classifié non public précisant les menaces de référence) ;
- des arrêtés d'application des articles L. 1333-1 et suivants du [code de la défense](#) :
  - arrêté relatif aux modalités d'une demande d'autorisation et à la forme de cette autorisation (application de l'article L. 1333-2 du [code de la défense](#)) ;
  - arrêté relatif à la protection physique des installations abritant des matières nucléaires dont la détention suppose une autorisation ;
  - arrêté relatif aux modalités de réalisation de l'étude prévue à l'article R. 1333-4 du [code de la défense](#) pour la protection des matières nucléaires et de leurs installations ;
  - arrêté fixant les conditions de mise en œuvre du suivi physique et de la comptabilité des matières nucléaires dont la détention suppose une autorisation ;
  - arrêté relatif à la protection et au [contrôle des matières nucléaires](#) en cours de transport ;
  - arrêté relatif aux mesures de suivi physique, de comptabilité et de protection physique applicables aux matières nucléaires faisant l'objet d'une déclaration ainsi qu'à la forme et aux modalités de cette déclaration ;
  - arrêté du ministre chargé de l'Énergie relatif à la composition et au fonctionnement des groupes d'experts sur la sécurité des installations, ouvrages et transports nucléaires.

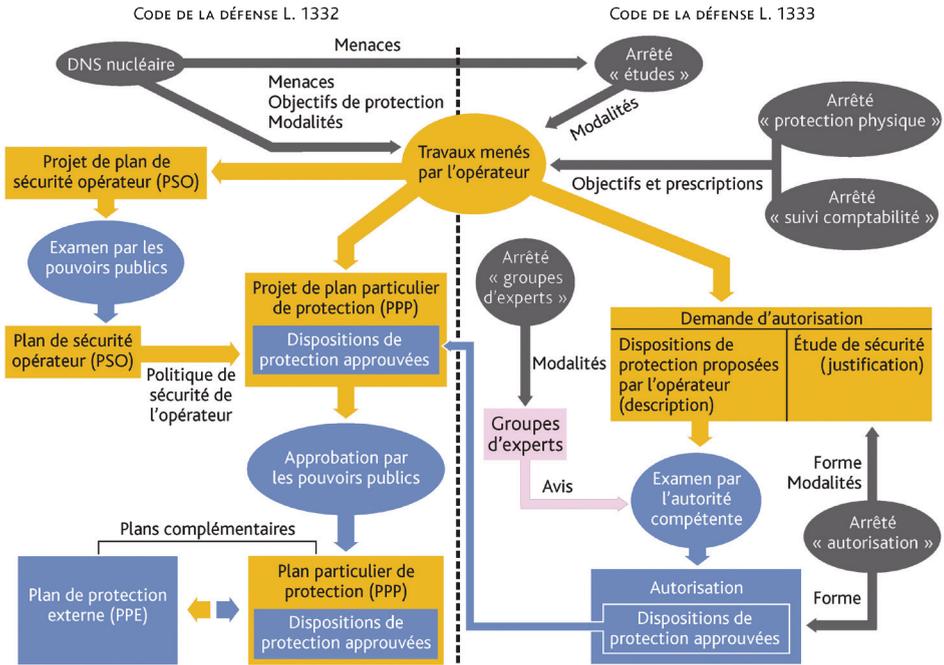


Figure 7. Représentation schématique du dispositif réglementaire de sécurité nucléaire en France.

La complémentarité des dispositions des articles L. 1332-1 et R. 13321 et suivants ainsi que des articles L. 1333-1 et R. 13331 et suivants du [code de la défense](#) est un élément essentiel du dispositif prévu pour assurer une protection appropriée des matières nucléaires, des installations et des transports contre les actes de malveillance. L'ensemble de ces dispositions et des textes pris pour leur application forme un référentiel cohérent à mettre en œuvre à la fois par les pouvoirs publics et par les opérateurs du nucléaire. La figure 7 schématise la structure du dispositif réglementaire de sécurité nucléaire. Ces dispositions sont respectivement détaillées dans les paragraphes 1.6.1 et 1.6.2 du présent document.

Par ailleurs, les textes législatifs et réglementaires relatifs à la sûreté nucléaire font également référence à la sécurité nucléaire, il s'agit :

- de la loi du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire, dite loi « TSN » ;
- du décret du 2 novembre 2007, relatif aux installations nucléaires de base et au contrôle, en matière de sûreté nucléaire, du transport de substances radioactives, dit décret « procédures ».

Enfin, dans le corpus législatif et réglementaire français, d'autres textes, bien que non spécifiques à la sécurité nucléaire, sont aussi à prendre en considération en matière de protection des matières nucléaires, de leurs installations et de leurs transports notamment ceux relatifs à la protection des informations sensibles, à l'usage des armes ou à la protection du patrimoine scientifique et technique. On peut également citer le code

pénal dans lequel sont notamment regroupées les dispositions applicables à l'ensemble des crimes et délits.

## ***1.6. Dispositif de protection et de contrôle***

L'objectif recherché par les pouvoirs publics est d'établir, dans le cadre d'une posture de sécurité, un dispositif pertinent destiné à contrer les actes de malveillance à l'égard des matières nucléaires, des installations concourant à leur protection ou des transports de ces matières. Ce dispositif comporte essentiellement deux volets complémentaires l'un de l'autre. Le premier concerne les dispositions de planification des activités de sécurité, fondées sur l'existence de menaces de référence ainsi que sur la préparation et la mise en œuvre de plans de sécurité. Le second concerne plus particulièrement les mesures de sécurité déployées afin de se prémunir des risques de vol ou de détournement de matières nucléaires ou de sabotage pouvant conduire à des rejets radiologiques dans l'environnement.

### ***1.6.1. Dispositions relatives à la planification des activités de sécurité***

#### **1.6.1.1. Protection des activités d'importance vitale**

Les articles L. 1332-1 et R. 1332-1 et suivants du [code de la défense](#) précisent la démarche de planification, de vigilance, de prévention, de protection et de réaction contre toute menace pouvant affecter les opérateurs et les activités d'importance vitale.

La démarche de planification repose également sur des directives nationales de sécurité (DNS) qui précisent, secteur d'activité par secteur d'activité, l'analyse des risques et les principes de protection à mettre en œuvre à l'égard de menaces de référence. Ces DNS ont pour objet de fixer les exigences en matière de protection des établissements, ouvrages et installations (qui constituent autant de points d'importance vitale) dont le dommage, l'indisponibilité ou la destruction risquerait, directement ou indirectement :

- d'obérer gravement le potentiel de guerre ou économique, la sécurité ou la capacité de survie de la nation ;
- de mettre gravement en cause la santé ou la vie de la population.

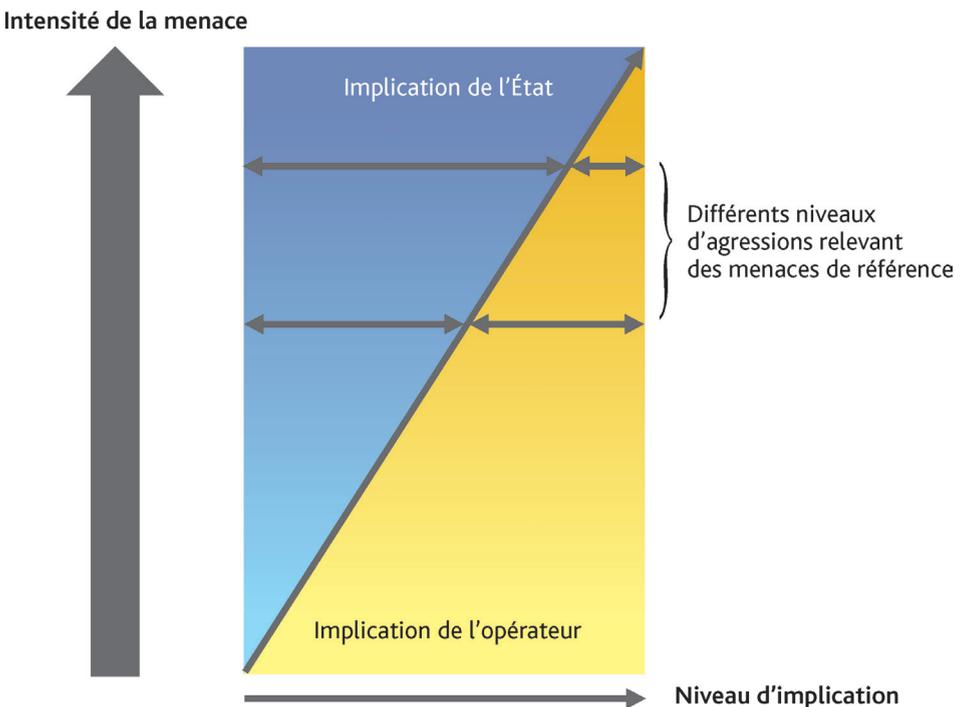
À cet égard, la DNS du secteur énergie, sous-secteur nucléaire, établit la démarche d'analyse des besoins en sécurité pour faire face aux risques ci-dessus mentionnés. Elle présente également les menaces de référence qui précisent les moyens et les caractéristiques d'agressions envisageables d'origine interne ou externe à l'installation.

Par ailleurs, cette DNS explicite la manière dont les opérateurs doivent prendre en compte les scénarios d'agression associés aux différentes menaces. Ces derniers peuvent être de différentes natures (par exemple : manifestation de foule hostile, agression par un ou plusieurs individus plus ou moins équipés et armés...) et conduire à envisager des conséquences d'ampleurs différentes. Les scénarios sont hiérarchisés en fonction de la faisabilité ou de la facilité de réalisation de l'action et de la gravité des conséquences

possibles. En particulier des prescriptions sont fixées en fonction du niveau d'agression considéré, d'une part en termes d'acceptation des conséquences, d'autre part en termes de conception du système de protection. La figure 8 schématise l'allocation des responsabilités, respectivement à l'État et aux opérateurs en fonction de l'intensité de la menace. Ces prescriptions sont définies de manière cohérente avec les exigences de sûreté.

De plus, cette directive définit les bases du dimensionnement et de l'évaluation du dispositif de sécurité en distinguant une posture permanente de sécurité et des mesures temporaires et graduées destinées à être adaptées à la menace (plan Vigipirate [voir § 1.6.1.2]). Pour chacune des menaces considérées, des objectifs généraux de protection sont fixés tant pour l'opérateur que pour les pouvoirs publics. La protection des installations et des matières est assurée par un ensemble de dispositions cohérentes et concertées entre l'État et les opérateurs du nucléaire relevant ainsi d'une conception globale. Ce dispositif de sécurité comprend :

- des dispositions de protection internes, qui s'appliquent à l'intérieur des établissements et des installations, de la responsabilité des opérateurs ;
- des dispositions de protection externes, de la responsabilité des pouvoirs publics.



**Figure 8.** Représentation schématique de l'allocation des responsabilités respectivement à l'État et à l'opérateur nucléaire en fonction de l'intensité de la menace.

Dans cet esprit, le [code de la défense](#) introduit trois types de plans de sécurité :

- les plans de sécurité d'opérateur (PSO) dans lesquels chaque opérateur d'importance vitale définit sa politique générale de sécurité ainsi que la liste des points d'importance vitale qui le concernent ;
- les plans particuliers de protection (PPP) qui présentent les dispositions de protection pour chaque point d'importance vitale ;
- les plans de protection externe (PPE) qui présentent les dispositions de sécurité relevant des pouvoirs publics, complétant les plans particuliers de protection.

Les plans de sécurité d'opérateur et les plans particuliers de protection prévoient les délais de réalisation des dispositions de protection à la charge de l'opérateur. Ces plans font l'objet de révisions périodiques.

### 1.6.1.2. Plan Vigipirate

Le [Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale](#) (SGDSN) analyse le risque, planifie les dispositions de prévention et d'intervention face à la menace terroriste et en suit l'application. Une disposition clef de ce dispositif est le plan Vigipirate, plan gouvernemental de vigilance, de prévention et de protection. Conçu en 1978, le plan a été actualisé et refondu à plusieurs reprises, notamment après les attentats du 11 septembre 2001, et en 2014, afin d'améliorer les capacités de l'État à faire face aux menaces sur la population, sur les activités d'importance vitale et sur la continuité des activités vitales pour la nation.

L'objectif du plan Vigipirate est double : protéger la population, les infrastructures et les institutions, et préparer la réponse à une attaque. La dernière version du plan est fondée sur le postulat que la menace terroriste doit désormais être considérée comme permanente. Elle définit un socle de dispositions opérationnelles appliquées en toutes circonstances, même en l'absence de signes précis de menaces.

Les opérateurs doivent en particulier décliner, pour chaque point d'importance vitale, les différents niveaux du plan Vigipirate en dispositions et procédures de sécurité.

## 1.6.2. *Dispositions relatives aux obligations des opérateurs*

La protection des matières nucléaires est fondée sur des dispositions de protection physique et des dispositions de suivi physique et de comptabilité, ces dernières essentiellement destinées à détecter dans les meilleurs délais tout vol ou détournement de ces matières. Une évolution significative de la démarche mise en œuvre par les pouvoirs publics réside dans l'extension de la protection des matières nucléaires, de leurs installations et de leurs transports à l'égard des actes de sabotage. Il faut noter, en effet, que les premières dispositions réglementaires de protection mises en œuvre sur des matières nucléaires concernaient essentiellement les risques de vol et de détournement.

Les dispositions de protection des matières nucléaires contre les risques de vol et de détournement et les dispositions de protection des matières nucléaires, des installations nucléaires associées et des transports contre les actes de sabotage présentent une complémentarité et une synergie évidentes et conduisent à dimensionner un système de protection cohérent couvrant les deux types de risques.

Les articles L. 1333-1 et R. 1333-1 et suivants du [code de la défense](#) présentent les obligations liées à la réalisation d'un certain nombre d'activités s'appliquant à des matières nucléaires (détention, utilisation, transport...). Ces articles précisent les dispositions de protection et de [contrôle des matières nucléaires](#) à l'égard des risques de vol ou de détournement de matières ainsi qu'à l'égard de tout acte de sabotage qui viserait à les altérer, les détériorer ou les disperser.

Cette réglementation prévoit :

- une autorisation délivrée par les pouvoirs publics après examen des dispositions présentées par l'opérateur et d'une étude de sécurité visant à les justifier ; l'étude doit montrer en quoi les dispositions précitées remplissent les exigences de protection assignées à l'opérateur ;
- une démarche de contrôle fondée sur un système d'inspections assurées par des personnes habilitées ;
- des sanctions pénales et administratives en cas de nécessité.

La réglementation institue également deux groupes d'experts chargés de conseiller les pouvoirs publics sur toutes les questions relatives respectivement à la sécurité des transports de matières nucléaires et à la protection des installations. Constitués d'experts des administrations compétentes ainsi que des organismes et opérateurs concernés, ils sont chargés de fournir, à la demande, des avis et des recommandations au ministre chargé de l'Énergie et, le cas échéant, au ministre de la Défense. L'IRSN est chargé d'assurer le secrétariat et la logistique de ces groupes et agit en tant que rapporteur devant ces groupes en présentant l'évaluation des études menées par les opérateurs.

### 1.6.2.1. Autorisation

Les activités d'importation, d'exportation, d'élaboration, de détention, de transfert, d'utilisation et de transport de matières nucléaires sont soumises, au-delà de seuils fixés par la réglementation, à une autorisation préalable délivrée par le ministre chargé de l'Énergie. Cette autorisation est assortie de prescriptions administratives (notamment quant aux quantités de matières nucléaires concernées et à leurs durées de détention) et de prescriptions techniques appropriées. Toute autorisation peut être suspendue ou révoquée en cas d'infraction ou de non-respect des prescriptions correspondantes. Chaque autorisation précise les dispositions à prendre par l'opérateur pour assurer la protection, le suivi et la comptabilité des matières nucléaires. L'autorisation vise les matières nucléaires détenues, utilisées ou transportées.

Conformément à l'approche graduée, les activités mettant en œuvre des quantités de matières nucléaires inférieures aux seuils fixés par la réglementation ne relèvent pas du régime de l'autorisation mais d'un régime de déclaration. Ce régime de déclaration, moins contraignant, impose une déclaration annuelle des quantités de matières nucléaires détenues et des activités exercées ainsi que la mise en œuvre de dispositions de protection physique. La figure 9 présente les seuils associés aux différents régimes établis par le [code de la défense](#).

	Exemption	Déclaration	Autorisation
Plutonium Uranium 233	moins de 1 g moins de 1 g	entre 1 et 3 g entre 1 et 3 g	plus de 3 g plus de 3 g
Uranium > 20 % en $^{235}\text{U}$ Uranium < 20 % en $^{235}\text{U}$	moins de 1 g moins de 1 g	entre 1 et 15 g de $^{235}\text{U}$ entre 1 et 250 g de $^{235}\text{U}$	plus de 15 g de $^{235}\text{U}$ plus de 250 g de $^{235}\text{U}$
Uranium naturel Uranium appauvri Thorium	moins de 1 Kg moins de 1 Kg moins de 1 Kg	entre 1 et 500 g entre 1 et 500 g entre 1 et 500 g	plus de 500 g plus de 500 g plus de 500 g
Deutérium Tritium Lithium ( $^6\text{Li}$ )	moins de 1 Kg moins de 0,01 g moins de 1 g	plus de 1 Kg entre 0,01 et 2 g entre 1 et 1 Kg	plus de 2 g plus de 1 Kg de $^6\text{Li}$
	<i>Pas d'obligation</i>	<i>Protection physique Suivi physique Comptabilité locale Déclaration annuelle</i>	<i>Demande d'autorisation Protection physique Suivi physique Comptabilité locale Déclaration journalière</i>

Figure 9. Seuils des quantités de matières nucléaires associés aux différents régimes établis par le code de la défense.

### 1.6.2.1.1. Processus d'autorisation

La demande d'autorisation présentée par un opérateur comporte des renseignements administratifs, la description des activités envisagées, la description des installations, et précise la nature et les quantités de matières concernées ainsi que les dispositions que le pétitionnaire se propose de mettre en œuvre pour assurer le suivi et la comptabilité des matières nucléaires et la protection physique. La figure 10 résume les étapes conduisant à l'élaboration ou à la mise à jour d'un dossier d'autorisation et de contrôle. Chaque demande d'autorisation est accompagnée d'une étude de sécurité, telle que décrite ci-après. Le processus d'autorisation est en fait une démarche itérative qui implique l'autorité de sécurité nucléaire, son support technique l'IRSN et l'opérateur. La figure 11 présente le dialogue de sécurité et la figure 12 le principe des échanges entre les différentes parties prenantes.

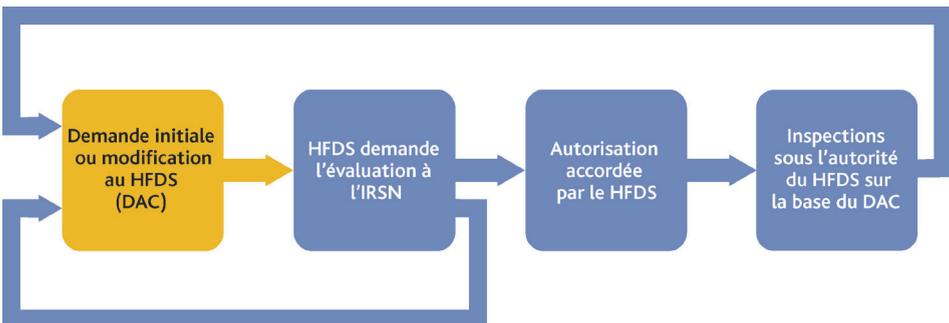


Figure 10. Processus de réalisation et de mise à jour d'un dossier d'autorisation et de contrôle (DAC). (HFDS : Haut fonctionnaire de défense et de sécurité).

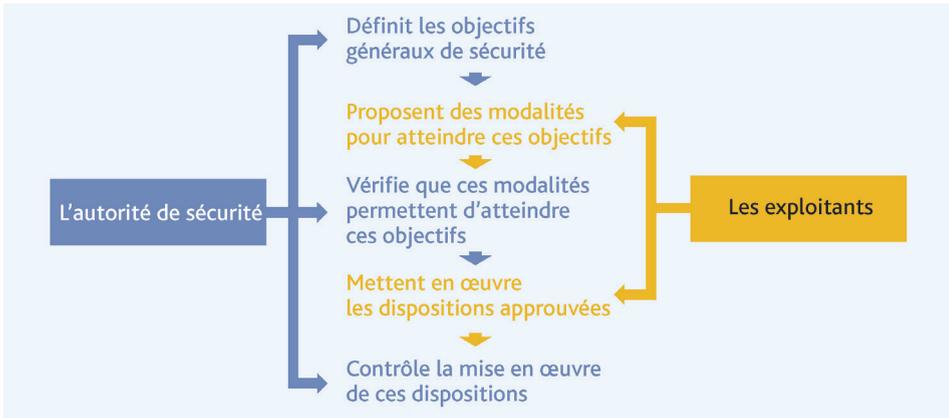


Figure 11. Dialogue de sécurité entre l'autorité de sécurité et les exploitants.

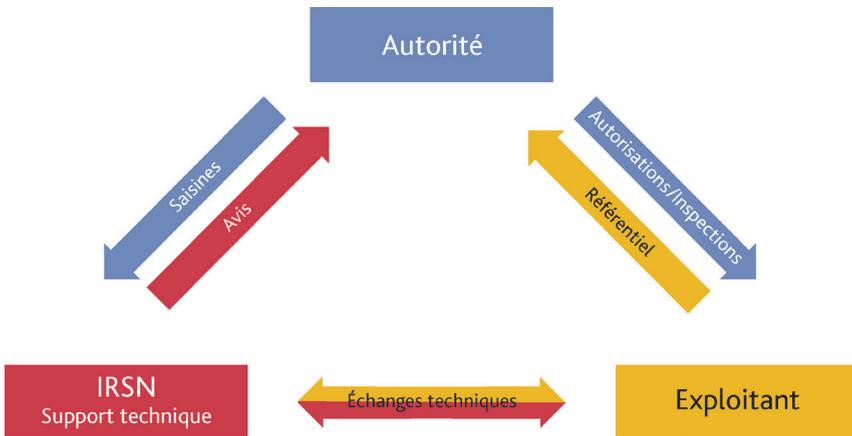


Figure 12. Principe des échanges entre les différentes parties prenantes.

### 1.6.2.1.2. Suivi physique et comptabilité des matières nucléaires

En matière de suivi physique et de comptabilité des matières nucléaires, l'opérateur prend les dispositions nécessaires pour connaître de façon précise, en quantité et en qualité, toutes les entrées et sorties de matières nucléaires et pour connaître en permanence leurs localisations, usages, mouvements et transformations au sein de l'installation. En outre, l'opérateur vérifie, par des inventaires périodiques, que la réalité physique des matières qu'il détient est conforme aux éléments de son suivi physique et de sa comptabilité. Ces dispositions sont destinées à permettre de détecter au plus tôt les anomalies éventuelles. L'opérateur doit informer sans délai le service de police ou de gendarmerie territorialement compétent lorsque des matières nucléaires lui paraissent avoir été perdues, volées ou détournées.

Un arrêté précise les dispositions à prendre par un opérateur au titre de la gestion comptable des matières nucléaires, notamment pour ce qui concerne les variations quantitatives et qualitatives du stock de matières qu'il détient. Cet arrêté impose à l'opérateur de transmettre ces variations à la comptabilité nationale centralisée des matières nucléaires tenue par l'IRSN. Il instaure aussi un mécanisme d'échanges d'informations entre les expéditeurs et les destinataires, assorti de vérifications contradictoires, ainsi qu'un dispositif de reconnaissance des matières dès leur réception par les destinataires. Pour les matières les plus sensibles, il impose aux partenaires concernés l'établissement préalable de protocoles, approuvés par l'autorité compétente, concernant le traitement des écarts susceptibles d'apparaître à l'occasion des mouvements (précision des mesures effectuées respectivement par l'expéditeur et le destinataire, par exemple). Enfin, il oblige chaque opérateur à procéder, outre les inventaires périodiques, à un inventaire annuel.

#### 1.6.2.1.3. Protection physique des installations

Pour la protection physique des matières nucléaires, la réglementation impose à chaque opérateur d'identifier les cibles envisageables et de les classer en application de l'approche graduée. Ainsi :

- les matières nucléaires sont réparties en trois catégories (catégories I à III) définies par la nature et les quantités de matières, en cohérence avec le tableau de catégorisation des matières nucléaires présenté dans l'[INFCIRC 225 révision 5](#) ; la catégorie I correspond aux matières les plus sensibles, c'est-à-dire celles qui sont le plus directement utilisables pour la fabrication d'un engin nucléaire explosif. Pour chaque catégorie, des dispositions de protection physique, adaptées aux opérations auxquelles les matières sont soumises et aux conditions locales d'exploitation, sont définies ;
- les matières nucléaires dont l'altération, la détérioration ou la dispersion, ainsi que les équipements ou les fonctions dont la défaillance, l'endommagement ou le dysfonctionnement, pourraient entraîner des conséquences radiologiques significatives sont localisées dans des zones de protection en cohérence avec les niveaux d'intervention en situation d'urgence radiologique fixés par l'[Autorité de sûreté nucléaire](#) en application des dispositions du code de la santé publique.

Un arrêté fixe les exigences à respecter en matière de protection physique. En particulier, pour les installations, cet arrêté définit les zones de protection à mettre en place en application de la démarche de défense en profondeur. Selon les cibles à protéger, l'opérateur doit mettre en place une ou plusieurs lignes de protection qui peuvent comprendre :

- une zone d'accès contrôlé,
- une zone de protection normale,
- une zone de protection renforcée,
- une zone dite interne,

- une zone vitale,
- une zone d'entreposage dénommée « magasin ».

Une zone de protection normale ou une zone de protection renforcée est incluse dans une zone d'accès contrôlé. Une zone interne ou une zone vitale est située dans une zone de protection renforcée. Un magasin est contenu dans une zone interne. La figure 13 schématise l'imbrication des différentes zones dans une installation nucléaire.

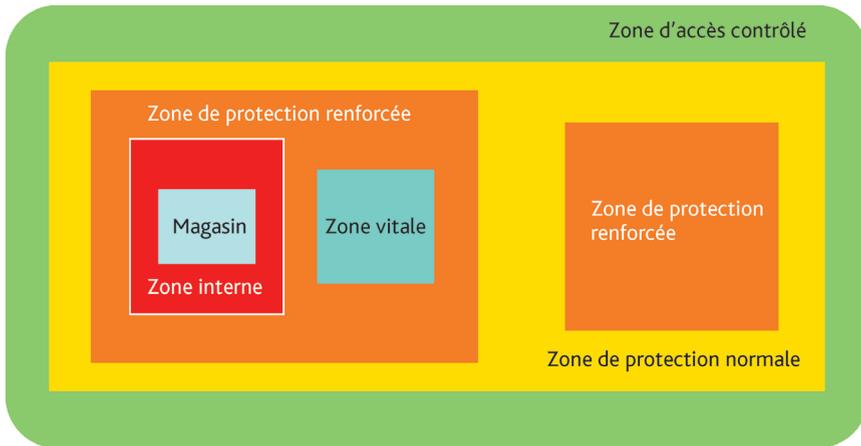


Figure 13. Imbrication des différentes zones de protection dans une installation nucléaire répondant au principe de défense en profondeur.

L'arrêté définit les principales capacités requises pour les dispositifs associés aux différentes zones de protection. Ainsi, chaque zone est délimitée par une barrière physique distincte de celles entourant les autres zones mises en place, sauf dispositions particulières. Cette barrière physique (figure 14) comporte un nombre restreint d'ouvertures et d'accès (figure 15). Des dispositifs de détection, d'intrusion et de retard sont associés à chacune de ces zones.

#### 1.6.2.1.4. Étude de sécurité

L'organisation et les moyens mis en place pour le suivi physique, la comptabilité et la protection physique des matières nucléaires visées par une autorisation font l'objet d'une étude réalisée par l'opérateur, justifiant que cette organisation et ces moyens permettent de faire face de manière appropriée aux risques identifiés. Les modalités de réalisation et de révision d'une telle étude sont précisées dans un arrêté. La figure 16 présente la méthode applicable à la réalisation d'une étude de sécurité.

S'agissant de la protection physique, l'étude consiste à analyser les séquences d'actions qui permettraient le vol, le détournement ou le sabotage, en évaluant, à chaque étape de l'agression, les possibilités de détection et les délais nécessaires pour réaliser cette action en regard du temps nécessaire pour mettre en place une réponse adéquate à partir d'une détection sûre. Dans le domaine du suivi physique et de la comptabilité, il s'agit



Figure 14. Barrière de protection physique, Cadarache, France. © Olivier Seignette/Mikaël Lafontan/IRSN.

d'analyser la capacité des systèmes de suivi et de comptabilité à détecter une perte ou un vol de matières nucléaires ainsi que les possibilités de fraude de ces systèmes aux fins de masquer une opération illicite.

L'étude, classifiée au titre de la protection du secret de la défense nationale, est fondée sur les menaces de référence définies par l'État. Elle est structurée autour de



Figure 15. Système de contrôle des accès du site de Fessenheim, France. © Noak/Le bar Floréal/IRSN.

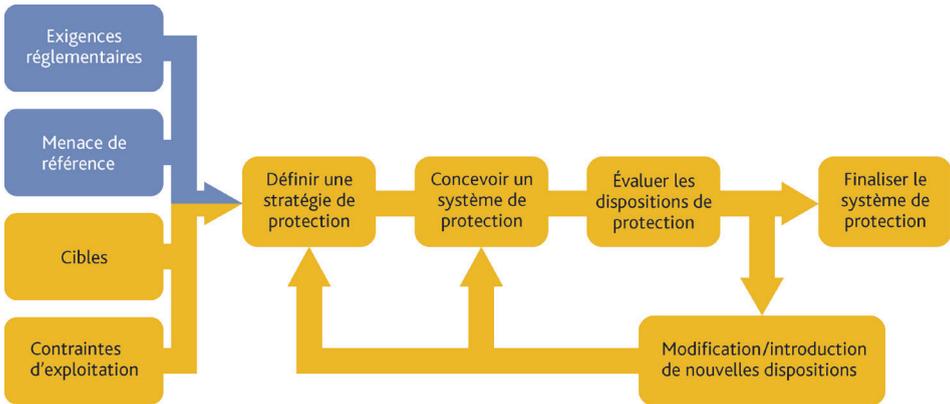


Figure 16. Méthode applicable à la réalisation d'une étude de sécurité.

scénarios d'agressions d'origine externe ou interne. La nature et le nombre des agresseurs sont précisés, de même que leurs objectifs et les moyens dont ils disposent. Ces scénarios concernent soit un vol ou un détournement de matières nucléaires, soit un sabotage pouvant entraîner des rejets radioactifs dans l'environnement ou avoir des conséquences sur des personnes.

L'identification des menaces à retenir pour l'étude de sécurité relative à une installation est effectuée sur la base du référentiel de menaces de référence figurant en annexe de la directive nationale de sécurité du secteur nucléaire ; ce référentiel peut être adapté ou complété pour tenir compte des spécificités de l'établissement ou de l'installation objet de l'étude.

#FOCUS .....

## La démarche de l'IRSN basée sur l'évaluation de la sensibilité et de la vulnérabilité

### Objectif

L'examen de la protection d'une installation nucléaire à l'égard d'actes de malveillance pouvant conduire à des rejets radioactifs comporte plusieurs phases. En premier lieu il convient d'apprécier le niveau de protection de ces installations à l'égard des menaces de référence définies par l'État. Une fois ce niveau connu, des améliorations du dispositif de protection peuvent apparaître nécessaires afin de corriger des faiblesses éventuelles ou de renforcer la protection pour l'adapter à l'évolution des menaces.

### Organisation

Afin de justifier le niveau de protection de son installation, l'opérateur, premier responsable de la sécurité de celle-ci, réalise une étude de sécurité. Cette étude

est soumise à l'examen de l'IRSN, support technique de l'autorité de sécurité nucléaire. Les résultats de l'étude menée par l'opérateur et son examen par l'IRSN sont ensuite présentés à l'autorité soit directement dans les cas les plus simples, soit dans le cadre d'un groupe d'experts pour les cas plus importants ou plus complexes. Lorsqu'il est sollicité, le groupe d'experts fourni à l'autorité un avis et des recommandations relatifs au niveau de sécurité de l'installation et aux prescriptions à imposer à l'opérateur (y compris des études complémentaires). L'autorité, sur la base des propositions formulées par l'IRSN et éventuellement par le groupe d'experts prend une décision quant à l'autorisation demandée, incluant le cas échéant des demandes de renforcement de la protection de l'installation qu'elle notifie à l'opérateur.

## Méthode d'analyse

Une démarche d'analyse spécifique aux études de sécurité a été développée en France depuis de nombreuses années, fondée sur une approche élaborée par l'IRSN. Il s'agit de la démarche « sensibilité-vulnérabilité » qui peut être résumée de la manière suivante :

- Dans un premier temps, détermination de la sensibilité de chaque zone ou cible envisageable de l'installation ; la sensibilité est caractérisée par le niveau des conséquences radiologiques qui pourraient résulter d'un acte de malveillance sur cette zone ou cette cible.
- Dans un second temps, évaluation de la vulnérabilité des zones ou cibles présentant les risques les plus élevés pour chaque type d'agression, c'est-à-dire évaluation du degré de difficulté pour réaliser une agression donnée dans la zone ou sur la cible considérée.
- Lorsque des dispositions complémentaires apparaissent nécessaires pour la protection de zones ou de cibles compte tenu des conséquences estimées d'une agression, un retour sur l'étude est nécessaire afin de s'assurer de la pertinence et de l'efficacité des mesures prises. Ces mesures visent soit à réduire la sensibilité, soit à augmenter le degré de difficulté de réalisation de l'agression envisagée.

### 1.1 Détermination de la sensibilité

L'analyse de la sensibilité d'une installation consiste à identifier, à partir des analyses de sûreté disponibles par ailleurs, les séquences accidentelles envisageables dont la réalisation conduirait à des conséquences significatives pour l'homme ou l'environnement.

Par séquence accidentelle, il faut entendre une suite d'événements, ayant pour origine un ou plusieurs événements initiateurs (défaillance d'un ou plusieurs composants ou fonctions, erreurs humaines), qui met l'installation dans une situation dégradée et peut conduire, malgré les systèmes de sauvegarde et les moyens de limitation des conséquences mis en place, à des rejets de

radioactivité ou de produits nocifs. Les analyses de sûreté classiques étudient de telles séquences et les parades correspondantes, notamment à partir d'une liste conventionnelle d'incidents ou d'accidents de référence.

L'analyse de la sensibilité d'une installation consiste à s'intéresser, en premier lieu, aux équipements et fonctions nécessaires à la sûreté de l'installation et à identifier ceux pour lesquels une défaillance ou une perte, supposée ici pouvoir résulter d'un acte de malveillance, conduirait à une situation dégradée.

Il faut également examiner les événements initiateurs de situations dégradées spécifiques aux actes de malveillance. Pour ce faire on examine les défaillances particulières pouvant résulter d'un acte de malveillance et conduire à des pertes de fonctions ou d'équipements non pris en considération dans la démonstration de sûreté.

La méthode permet ainsi d'identifier les éléments les plus sensibles de l'installation (composants, circuits ou fonctions), et les zones dans lesquelles ils sont situés. Ces cibles ou zones sont ensuite classées selon une approche graduée en fonction de la gravité des conséquences d'un acte de malveillance dans cette zone ou sur cette cible. En particulier, une zone ou une cible est dite critique lorsqu'une action entraîne des conséquences radiologiques significatives mais jugées admissibles en sûreté et une zone ou une cible est dite vitale lorsqu'une action peut entraîner des conséquences radiologiques ou nocives plus importantes que celles des conditions de fonctionnement retenues dans le cadre de la démonstration de sûreté.

À titre d'illustration pour les réacteurs du parc électronucléaire français, les analyses de sûreté retenues pour la détermination de la sensibilité sont essentiellement celles de l'approche dite déterministe fondées sur l'étude d'incidents et d'accidents postulés. Les enseignements tirés des études probabilistes de sûreté, que ce soit celles faites par Électricité de France ou celles développées en propre par l'IRSN, peuvent aussi être utilisées. On rappelle en outre que pour les réacteurs nucléaires, trois fonctions fondamentales de sûreté doivent être assurées :

- la maîtrise de la réactivité,
- l'évacuation de la puissance résiduelle,
- le confinement des matières radioactives.

## 1.2 Évaluation de la vulnérabilité

L'évaluation de la vulnérabilité des zones ou cibles précédemment identifiées comporte deux parties :

- une estimation des moyens qu'il faudrait utiliser pour détruire ou endommager suffisamment un équipement ou une fonction (par exemple quantité d'explosif nécessaire) ;

- l'identification des cheminements qui permettraient d'atteindre les zones ou cibles jugées sensibles.

La deuxième partie peut être traitée en recherchant tous les cheminements conduisant aux zones ou cibles sensibles, et en estimant pour chacun d'eux les difficultés et donc généralement les délais nécessaires au franchissement des obstacles, ainsi que les possibilités de détection des agresseurs.

La démarche précédente, qui doit être associée aux capacités de riposte des forces de sécurité, internes ou externes à l'installation, permet d'estimer au moins qualitativement la vulnérabilité des zones ou des cibles sensibles, et la nécessité de prendre des dispositions complémentaires (modification de conception, protection physique supplémentaire...). Cette analyse doit permettre de conjuguer la nécessité d'une protection physique suffisante, et les impératifs liés aux conditions d'exploitation de l'installation, à sa sûreté et aux conditions d'intervention en cas d'accident.

Il est à noter que les dispositions à adopter pour diminuer la vulnérabilité d'un équipement ou d'une fonction sont généralement différentes, selon que l'on s'intéresse à une menace interne ou à une menace externe.

### 1.3 Critères d'acceptation

On considère que les conséquences admissibles sont celles qui résulteraient de rejets radioactifs inférieurs ou égaux à ceux pris en compte dans la démonstration de sûreté de l'installation. Une telle approche implique que la vulnérabilité des zones vitales soit réduite de telle sorte qu'il soit possible de garantir pour ces zones un excellent niveau de protection. Pour les zones critiques, le niveau de protection est apprécié au cas par cas en fonction des conséquences d'un acte de malveillance et de la plus ou moins grande facilité de mener à bien une telle action de malveillance.

---

#### 1.6.2.1.5. Protection des transports

Les dispositions de protection au cours des transports sont conçues, dans leur principe, de manière à apporter un niveau de protection physique équivalent à celui mis en place dans les installations. Cette équivalence est obtenue par la conception et les conditions de fabrication des moyens de transport ainsi que par les conditions de réalisation des mouvements. Comme pour les installations, le respect de strictes règles de confidentialité participe à l'efficacité des dispositions de protection.

### 1.6.2.1.5.1. Protection physique

Le choix des itinéraires et la planification des dates des transports les plus sensibles (à savoir les matières nucléaires des catégories I et II) restent confidentiels afin de respecter l'objectif affiché de protection des matières nucléaires.

Préalablement aux transports, les itinéraires et les dates de réalisation sont étudiés par l'opérateur en vue de minimiser les risques. Les trajets possibles sont déterminés en fonction de différents facteurs :

- privilégier les axes de circulation rapide, en particulier les autoroutes ;
- éviter les zones habitées à forte concentration de population et les difficultés de circulation dans une zone urbaine ;
- éviter, autant que possible, les passages dangereux.

Ces trajets font l'objet d'une sélection après des reconnaissances sur le terrain, en privilégiant les itinéraires de moindre risque d'accident ou d'arrêt des véhicules. Pour des mêmes points d'origine et de destination, plusieurs itinéraires de transport sont retenus par l'opérateur de manière à pouvoir ensuite les utiliser indifféremment.

Par ailleurs, les dates retenues pour un transport sont choisies dans des périodes propices, notamment en dehors des jours où un fort trafic (départ en vacances par exemple) est prévisible. Il est également tenu compte des conditions climatiques qui peuvent conduire à différer certains transports en cas d'intempéries (tempête, neige, verglas...).

Enfin, il convient de rappeler que les transports de matières nucléaires sont des transports de matières dangereuses et sont donc soumis à la réglementation correspondante et aux différentes restrictions et interdictions de circulation relatives à ces transports.

Les transports de matières nucléaires ne peuvent être réalisés que par des entreprises autorisées par le [ministère chargé de l'Énergie](#) (figures 17 et 19).

En particulier, les transports sont réalisés par des conducteurs qui ont reçu une formation spécialisée comprenant notamment la prise de connaissance des règles applicables aux transports de matières dangereuses, l'apprentissage de la conduite dans des situations extrêmes ainsi que de la réponse à une agression.

Les transports de matières nucléaires les plus sensibles (matières nucléaires des catégories I et II) font l'objet d'une escorte. Celle-ci est assurée par la gendarmerie nationale. Il s'agit en particulier de veiller à la fluidité du trafic de manière à assurer la progression du convoi dans de bonnes conditions.

Les emballages de transport de matières nucléaires sont conçus pour limiter l'impact radiologique de tels transports, y compris lors des situations accidentelles définies par la réglementation de sûreté. Ils doivent être d'autant plus robustes que les conséquences envisageables sur l'homme ou l'environnement sont élevées. Des essais sont effectués dans des conditions sévères pour tester leur résistance, conformément à la réglementation internationale (en particulier l'[Accord européen relatif au transport des marchandises dangereuses par route](#) [ADR]).



Figure 17. Camion de transport de nitrate d'uranyle en iso conteneur LR 65. Manche. © EURODOC CENTRIMAGE, AREVA.

En complément des dispositions prises au titre de la sûreté nucléaire, des expérimentations et des études ont été menées par l'IRSN en concertation avec les opérateurs concernés et l'autorité de sécurité nucléaire, en vue d'apprécier la résistance des emballages à des conditions relevant d'actes de malveillance. En particulier, la résistance ultime de plusieurs emballages à différents types d'agressions armées a été évaluée.

Tout moyen de transport de matières nucléaires sensibles doit être agréé par le [ministère chargé de l'Énergie](#). Cet agrément, qui est subordonné au respect d'exigences fixées par des arrêtés non publics, porte plus particulièrement sur les moyens à mettre en place pour assurer la protection du chargement contre une tentative de vol, protéger l'équipage, et enfin alerter les forces de l'ordre afin de permettre leur intervention pour contrer l'agression. Dans ce cadre, l'IRSN suit et contrôle la conception et la fabrication des équipements des véhicules de transport pour le compte de l'autorité de sécurité nucléaire.

De plus, les transports font l'objet d'une surveillance permanente exercée notamment par les conducteurs et l'escorte assurée par la gendarmerie. En particulier, à la fin d'une étape, le véhicule doit stationner la nuit dans un établissement sélectionné au préalable dénommé site d'étape, ayant fait l'objet d'une approbation par le ministre chargé de l'Énergie.

En sus de la protection des matières nucléaires transportées, le véhicule dispose de moyens spécifiques de protection des conducteurs à l'égard d'agressions éventuelles.

## #FOCUS .....

### **Les études menées par l'IRSN dans le domaine de la protection des transports à l'égard des actes de malveillance**

La sûreté des transports de matières nucléaires ou radioactives repose essentiellement sur la conception et l'adaptation des emballages en fonction des quantités de matières transportées et des nuisances associées. Les emballages de transport sont conçus en tenant compte de situations accidentelles prédéfinies dans la réglementation relative à la sûreté des transports. Ils doivent être d'autant plus robustes que la radioactivité contenue est importante. Des essais sont effectués dans des conditions sévères pour tester leur résistance (résistance aux chocs, à la perforation, à l'incendie et à l'immersion).

En complément de ces dispositions de sûreté, la résistance des emballages à un certain nombre d'agressions relevant de considérations de sécurité est recherchée. Le comportement des emballages aux effets d'une charge d'explosif ou d'une arme perforante ou découpante est à évaluer et, si nécessaire, des protections complémentaires doivent être mises en œuvre pour réduire les conséquences radiologiques qui pourraient résulter d'une telle agression. Dans ce cadre, l'IRSN a engagé un programme de grande ampleur visant à apprécier la résistance de divers emballages de transport de matières nucléaires à des actes de sabotage. Il convient de rappeler ici que, par définition, un acte de sabotage est réalisé dans le but de répandre la matière radioactive sur le lieu même de l'action et dans son environnement immédiat, à la différence d'une tentative de vol ou de détournement qui vise à s'approprier des matières nucléaires.

Dans le cadre de ce programme, l'IRSN a développé une démarche pour apprécier les conséquences qui pourraient résulter de l'agression d'un colis de transport (c'est-à-dire un emballage et son contenu) selon quatre phases et un certain nombre d'actions.

#### **Phase 1 : la description du colis**

- a. La matière transportée dans le colis est caractérisée par la quantité contenue dans le colis, sa localisation, sa forme physico-chimique, son état et les radio-nucléides qui la constituent. En cas de dispersion, cette matière peut induire des doses soit par irradiation directe, soit par inhalation de la fraction mise en suspension, soit par ingestion.
- b. L'emballage est constitué de plusieurs enveloppes de protection successives dont certaines servent de barrières de confinement et sont conçues pour garantir un niveau d'étanchéité. Toutefois, dans le cas de la protection contre le sabotage, il convient de ne pas considérer que les barrières de confinement, mais l'ensemble des couches qu'une arme perforante par exemple devrait traverser avant d'éventuellement atteindre la matière radioactive (figure 18). Les caractéristiques (épaisseur, matériau...) des différentes enveloppes sont essentielles pour évaluer la vulnérabilité d'un colis dans son moyen de transport.

## Phase 2 : la description des éléments de l'agression

- a. Les caractéristiques et les moyens de l'agression sont déterminés à partir du référentiel des menaces de référence qui précise les moyens attribués aux agresseurs (équipements à leur disposition, types et quantités d'explosif, types et calibres d'armes...).
- b. Les éventuels facteurs aggravants sont déterminés ainsi : la matière contenue peut, dans certaines conditions, réagir au contact de l'engin utilisé pour le sabotage, en particulier du fait d'un apport d'énergie. La réaction et les changements de conditions thermodynamiques qui peuvent en résulter peuvent aggraver les dommages causés au colis et les possibilités de relâchement de matières vers l'extérieur.

## Phase 3 : l'évaluation des dommages dus à l'agression

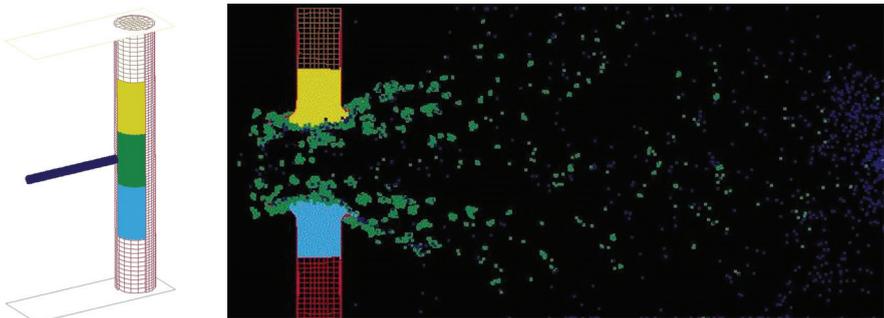
- a. Les éléments contribuant à la résistance à l'agression sont évalués au moyen d'approches théoriques, de simulations numériques ou d'expérimentations, qui permettent d'apprécier les dommages mécaniques et thermiques subis par l'emballage et ses différentes enveloppes, susceptibles de conduire à des pertes d'intégrité ou d'étanchéité de nature à conduire à des relâchements de matières radioactives.
- b. Les quantités de matière affectées par l'agression. Il est généralement peu probable que l'ensemble de la matière nucléaire contenu dans l'emballage soit affectée par l'agression. Seule une fraction plus ou moins importante de cette matière sera affectée et susceptible d'être rejetée dans l'environnement. Il convient donc d'estimer cette fraction, le plus précisément possible, en quantité et en qualité.

## Phase 4 : les rejets de radioactivité

- a. La quantité de matière radioactive susceptible d'être, à terme et en tout ou partie, relâchée dans l'environnement doit être évaluée de façon précise, avec toutefois un certain conservatisme.
- b. Les facteurs de réduction grâce auxquels la quantité de radionucléides effectivement rejetée est réduite par rapport à ce qui serait théoriquement susceptible d'être relâché dans l'environnement, que ce soit de façon naturelle ou par conception, doivent être appréciés. Un exemple de facteur de réduction naturel est l'adhérence des particules aux surfaces. Les facteurs de réduction par conception regroupent l'ensemble des moyens ou dispositifs mis en place pour réduire les rejets de radioactivité.
- c. Le recensement et la caractérisation des voies de fuite ont pour but de permettre d'estimer la vitesse à laquelle les rejets s'effectueront. Les fuites sont caractérisées par le nombre et les dimensions des brèches réalisées dans la dernière barrière de confinement du fait de son endommagement. En les associant à la connaissance des conditions de pression et de température qui règnent à l'intérieur de l'emballage, il est possible d'estimer un taux de fuite.

- d. Les relâchements vers l'extérieur. Afin de déterminer la fraction de matière relâchée vers l'extérieur, il est nécessaire de connaître certaines caractéristiques intrinsèques de la matière considérée, comme par exemple un taux de remise en suspension pour une poudre. Il est également nécessaire de déterminer la durée du relâchement qui peut être très variable selon le scénario considéré. Elle peut être de courte durée (bouffée) ou s'étaler dans le temps ; dans ce dernier cas, il est important de savoir si la concentration des produits radioactifs est constante dans le temps ou si elle présente des variations.

L'ensemble des éléments obtenus par cette démarche permet ensuite de calculer les conséquences radiologiques ou chimiques qui peuvent être traduites par une contamination de l'environnement ou des doses pour les personnes.



**Figure 18.** Modélisation de l'impact d'une charge creuse sur un assemblage de combustible.

#### 1.6.2.1.5.2. Suivi des transports

L'escorte de la gendarmerie nationale est en contact permanent, radio et visuel, avec le véhicule de transport de matières nucléaires sensibles et en contact radio avec les centres opérationnels de la gendarmerie nationale. En cas d'événement survenant au cours d'un transport, elle intervient immédiatement et donne l'alerte.

Les transports de matières nucléaires sensibles sont suivis en permanence par un centre opérationnel dédié de l'IRSN. Ce suivi comprend des contacts téléphoniques pris à intervalles réguliers ainsi qu'en cas d'événement ayant ou pouvant avoir des conséquences sur le déroulement du transport. De plus, le positionnement précis du véhicule est connu à tout instant grâce à un système de repérage par satellite. Ainsi, tout mouvement anormal du convoi est détecté en temps réel ; en cas de défaut de réponse de l'ensemble des intervenants, l'alerte et l'intervention sont réalisées très rapidement.

En cas d'événement affectant un transport, l'escorte assure le premier niveau d'intervention. Les forces de l'ordre locales — police ou gendarmerie — interviennent pour renforcer ce niveau et pour assurer, si besoin, un deuxième niveau d'intervention. À cet effet, les services concernés sont systématiquement informés, en préalable, du passage de matières nucléaires dans leur zone de compétence.



Figure 19. Navire de transport de matières nucléaires. © Arnaud Bouissou/MEDDE-MLET.

#FOCUS .....

## L'échelon opérationnel des transports de l'IRSN

L'IRSN dispose d'un centre opérationnel dédié pour assurer le suivi des transports de matières nucléaires : l'échelon opérationnel des transports (EOT).

### Missions

L'EOT assure essentiellement trois missions pour le compte de l'autorité de sécurité nucléaire dans le cadre de la protection et du contrôle des matières nucléaires. Il gère et suit en temps réel les transports de matières nucléaires, effectue des contrôles techniques des moyens de transport (tracteurs et remorques) à l'égard des exigences de la réglementation en matière de sécurité nucléaire et réalise des inspections en cours de transport. Ces missions sont dites de concours technique car il s'agit d'activités techniques à caractère régaliennes réalisées pour le compte et à la place de l'autorité. Les transports faisant l'objet d'un suivi relèvent de différents modes (transports routiers, ferroviaires, maritimes et aériens) et concernent les aspects nationaux et internationaux.

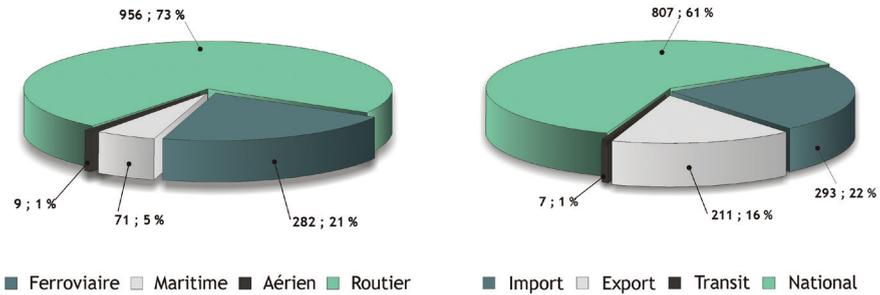
### Organisation

La gestion et le suivi des transports de matières nucléaires nécessitent des échanges permanents avec les services concernés de l'État, les transporteurs et l'ensemble des autres intervenants (police nationale, gendarmerie nationale, douanes, autorités portuaires...) notamment ceux qui sont impliqués dans l'obtention des autorisations de transport. Pour mener à bien cette activité, l'EOT dispose de locaux dédiés présentant

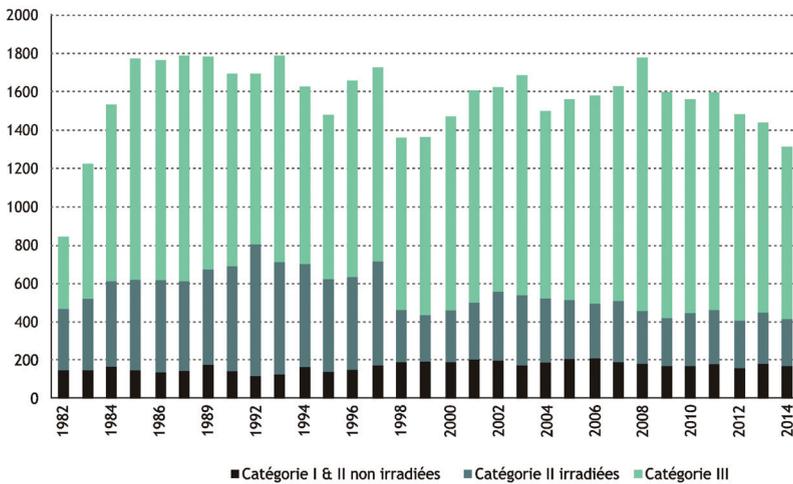
certaines spécificités pour assurer, d’une part, la confidentialité et la sécurité des informations détenues et échangées (tels que des locaux à accès contrôlé et sous alarme, des communications sécurisées, un réseau informatique protégé…), d’autre part la disponibilité du service (tels qu’une alimentation électrique secourue, des voies de communication redondantes…). L’EOT dispose également de logiciels dédiés à la gestion et au suivi des transports qui font l’objet de développements propres. Une équipe d’une douzaine de personnes (ingénieurs et techniciens) travaillant en 2 x 8 h assure cette mission.

### Quelques chiffres pour l’année 2014 (figures 20 et 21)

- 1318 transports de matières nucléaires ont été réalisés en France ;
- 66 contrôles techniques et 42 inspections au cours de transports.



**Figure 20.** Répartition des transports de matières nucléaires suivis par l’IRSN par modes et par types d’activités en 2014.



**Figure 21.** Histogramme des transports de matières nucléaires faisant l’objet d’un suivi par l’IRSN de 1982 à 2014.

### 1.6.2.1.6. *Déclaration des anomalies et des événements relatifs à la malveillance*

Tout événement susceptible d'affecter la protection ou le [contrôle des matières nucléaires](#) fait l'objet d'une déclaration auprès du ministre chargé de l'Énergie. En particulier toute anomalie affectant le système de protection physique qui nécessite la mise en œuvre de mesures compensatoires non prévues dans l'autorisation de même que toute détection d'un événement pouvant affecter la protection des cibles et corroboré par plusieurs indices fait l'objet d'une déclaration immédiate au ministre chargé de l'Énergie. Cette information est complétée, dans les 48 heures, par un compte rendu détaillant notamment les dispositions prises par l'opérateur.

Dans un délai de deux mois à compter de la date de l'événement, l'opérateur transmet au ministre chargé de l'Énergie, sauf si ce dernier l'en dispense, un rapport d'analyse détaillé précisant notamment les caractéristiques de l'anomalie constatée et les dispositions prises pour la traiter, les enseignements qui en ont été tirés et les dispositions retenues pour en éviter le renouvellement.

### 1.6.2.2. **Contrôle**

Le contrôle instauré par le [code de la défense](#) porte sur les aspects administratifs et techniques des activités autorisées. L'opérateur est responsable au premier chef de la mise en œuvre de ce contrôle (contrôle de premier niveau).

Toutefois, le dispositif mis en place, essentiellement fondé sur une obligation de résultats, est complété par un mécanisme d'inspection par l'autorité compétente de la manière dont les opérateurs appliquent la réglementation et respectent les engagements qu'ils ont contractés. L'inspection s'inscrit dans une logique de contrôle de deuxième niveau. Il s'agit d'une inspection de conformité qui peut conduire à constater des écarts par rapport au référentiel documentaire constitué par l'autorisation et l'ensemble des documents établis en support à cette autorisation.

Les agents chargés du contrôle de l'application des dispositions de protection sont spécialement et individuellement habilités à cet effet par le ministre chargé de l'Énergie, en application de l'article L. 1333-5 du [code de la défense](#). Ils sont assermentés et désignés nommément par arrêté du ministre chargé de l'Énergie. Ces agents appartiennent, soit au service du HFDS du [ministère chargé de l'Énergie](#), soit à l'IRSN.

Préalablement à chaque inspection, le ministre chargé de l'Énergie en notifie la date et l'objet à l'opérateur concerné. Dans le cas d'une inspection inopinée, la notification peut avoir lieu le jour même.

L'inspection peut avoir un objectif général, s'assurer que le titulaire d'une autorisation respecte bien la réglementation et les dispositions sur lesquelles il s'est engagé. Elle peut aussi être plus ciblée ; dans ce cas, elle porte sur des sujets particuliers tels que le contrôle de l'inventaire des matières nucléaires, accompagné ou non de mesures de ces matières, la vérification du bon fonctionnement et de la fiabilité des différents équipements de protection physique, l'examen des procédures d'alarme,

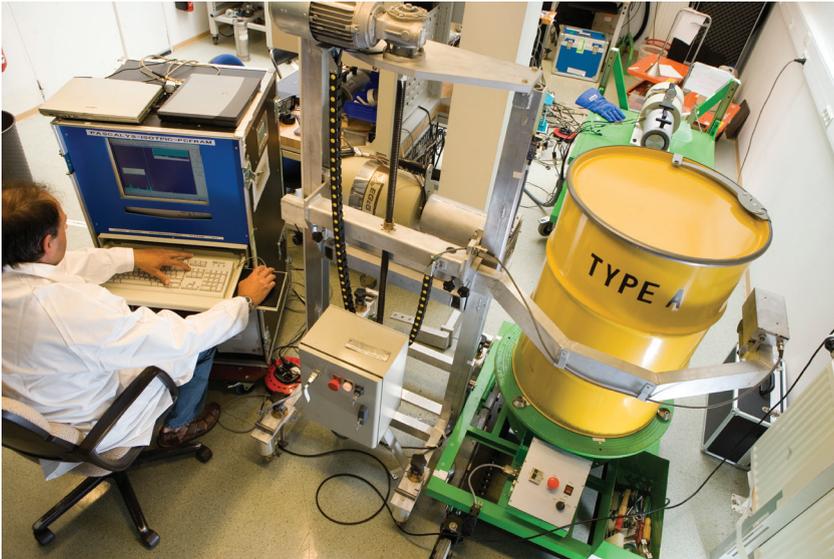


Figure 22. Dispositif de mesures de matières nucléaires par spectrométrie gamma réalisées à l'IRSN, Fontenay-aux-Roses, France. © Noak/Le bar Floréal/IRSN.

d'intervention ou d'accès à l'installation ou aux locaux de stockage des matières nucléaires, le contrôle de la comptabilité de l'exploitant, des mises en situation afin de vérifier les réactions de l'opérateur... Certaines inspections peuvent également porter sur une phase déterminée de l'exploitation d'une installation (par exemple, la réception ou l'expédition de matières nucléaires, la vérification de la vacuité d'une installation).

Les mesures de matières nucléaires réalisées en inspection relèvent principalement de deux grandes familles : les mesures neutroniques (actives et passives) et les mesures par spectrométrie gamma (figure 22). Pour un certain nombre d'applications (matières contenues dans des déchets, conteneurs difficilement déplaçables...), l'IRSN a développé des outils et des méthodes spécifiques. L'objectif est de disposer de moyens de mesures portables et de la meilleure précision possible.

Les agents chargés du contrôle rendent compte sans délai au ministre chargé de l'Énergie de tout écart aux conditions de l'autorisation et de tout manquement aux obligations de la réglementation.

Le ministre chargé de l'Énergie notifie à l'opérateur ayant fait l'objet d'une inspection ses demandes pour remédier aux écarts et manquements observés et l'invite à lui présenter ses observations par écrit.

Les inspections des transports de matières nucléaires consistent à s'assurer de la conformité des conditions de leur exécution à la réglementation. Elles sont toujours inopinées à la différence de celles visant les matières nucléaires détenues dans les

installations. La raison en est qu'il s'agit essentiellement de vérifier en temps réel si le transporteur, par les actions de ses employés, ne commet pas de faute ou d'erreur par rapport aux textes applicables.

Parmi les sujets d'inspection pour les matières nucléaires les plus sensibles, on peut citer en particulier le contrôle des informations figurant dans les préavis de transport, les conditions de franchissement des péages d'autoroute et de passage des frontières, ou encore des relèves d'escorte de la gendarmerie nationale, les conditions de réception et de stationnement protégé des convois dans les sites d'étape lors des haltes pour les repas et pour la nuit. Pour des matières moins sensibles, on citera le contrôle du verrouillage des véhicules et la surveillance de ces véhicules pendant leurs arrêts.

Les inspections peuvent également porter sur un point particulier de la réglementation. C'est le cas notamment de l'examen des conditions de protection des colis dans les ports et les aéroports lorsque les transports comportent une phase maritime ou aérienne. Concernant les transports routiers, l'interception des convois sur route par les inspecteurs des matières nucléaires s'opère toujours lors d'un arrêt obligé du convoi (site d'étape, frontière, relève de l'escorte...).

Comme pour les installations, une inspection de transport de matières nucléaires donne lieu à l'établissement d'un rapport par l'IRSN, transmis à l'autorité compétente qui en notifie les conclusions, assorties de demandes d'actions correctives si nécessaire, à l'opérateur. La prise en compte de ces demandes est vérifiée lors d'un contrôle ultérieur.

Il convient également de mentionner les contrôles portant sur les véhicules devant faire l'objet d'une décision d'agrément. Ces contrôles ont pour but de s'assurer du respect des exigences techniques de l'agrément.

#FOCUS .....

## **Les mesures de matières nucléaires en inspection**

Les mesures de matières nucléaires effectuées par l'IRSN lors des inspections pour le compte de l'autorité de sécurité nucléaire concernent essentiellement l'uranium et le plutonium. Avant d'effectuer des mesures de matières nucléaires dans le cadre d'une inspection, il convient de bien préciser les objectifs du contrôle ; le type de mesure à effectuer en découle. On peut ainsi chercher à :

- identifier les matières nucléaires ;
- déterminer leur composition isotopique ;
- estimer les masses correspondantes.

Il s'agit dans tous les cas de vérifier la cohérence des résultats avec les informations fournies par l'opérateur.

La plupart des méthodes développées et utilisées par l'IRSN sont fondées sur des méthodes classiques de mesures non destructives, adaptées aux contraintes particulières imposées par le cadre de l'inspection. Ces contraintes sont les suivantes :

- les dispositifs de mesure doivent être transportables. Il faut utiliser des matériels robustes et performants, fiables et faciles à transporter et à mettre en œuvre ;
- les mesures réalisables en inspection sont des mesures non destructives, en général indirectes, car les matières nucléaires sont placées dans des conteneurs qui font écran entre les matières et l'appareil de mesure ;
- les mesures doivent être rapides. Le but lors des inspections est en effet de vérifier un grand nombre d'articles dans un laps de temps limité. Il y a donc un compromis à trouver entre la durée de la mesure et la précision recherchée.

La mesure la plus simple est celle de la masse de matière nucléaire. La pesée est le meilleur moyen pour l'obtenir quand la matière est bien identifiée. Cette masse est déterminée avec une balance dont on connaît la justesse et la précision. La balance doit avoir fait l'objet de vérifications périodiques qualifiées dont les résultats sont archivés. En complément de la pesée, il convient naturellement de s'assurer que l'article contient bien de la matière nucléaire et de déterminer cette matière.

Le contrôle exhaustif et précis de l'ensemble des produits détenus dans une installation nécessiterait des durées d'inspection très longues. Les contrôles sont donc le plus souvent limités à des contrôles rapides destinés à vérifier que la matière contrôlée est effectivement de la matière nucléaire et à en déterminer la nature. Le terme de « détrompage » est utilisé pour désigner ce type de contrôle.

Pour effectuer un contrôle quantitatif des matières nucléaires dans un lot dont on a préalablement sélectionné un certain nombre d'articles (principe d'échantillonnage), l'IRSN utilise plusieurs types de mesures :

- les mesures neutroniques passives qui consistent à mesurer les neutrons émis naturellement par la matière. Ces mesures sont bien adaptées pour la quantification du plutonium ;
  - les mesures neutroniques actives qui consistent à détecter les neutrons provenant des fissions induites dans la matière par une source de rayonnement externe. Ces mesures sont bien adaptées à la quantification de l'uranium et permettent aussi de mesurer le plutonium ;
  - les mesures par spectrométrie gamma qui permettent de déterminer la composition isotopique du plutonium ainsi que de quantifier les masses de plutonium et d'uranium.
-

### 1.6.2.3. Sanctions

Certains agissements portant sur des matières nucléaires relèvent de délits pouvant faire l'objet de sanctions parfois sévères. Au nombre des incriminations possibles figurent en particulier l'appropriation induue de matières nucléaires, l'exercice sans autorisation d'activités visées par la loi, l'abandon, la dispersion ou toute altération de matières nucléaires ainsi que toute destruction d'éléments de structures dans lesquels de telles matières sont conditionnées. Il est à noter que toute tentative de commettre les délits cités ci-dessus expose aux mêmes peines. Par ailleurs sont également considérés comme des délits tout obstacle à l'exercice du contrôle et tout défaut de déclaration de la disparition, de la perte, du détournement ou du vol de matières nucléaires dans les 24 heures suivant sa constatation.

Par ailleurs, dans le cadre de l'application de la [Convention internationale sur la protection physique des matières nucléaires](#), le [code de la défense](#) permet de sanctionner également quiconque aura détenu, utilisé ou transporté, hors du territoire de la République, des matières nucléaires sans y avoir été autorisé par les autorités étrangères compétentes.

Enfin, le droit français prévoit également des sanctions en cas d'intrusion ou de dégradations sur le site d'une installation nucléaire, comme de toute autre installation sensible, et ce afin de protéger le site lui-même, en établissant une gradation dans la peine selon la dangerosité du comportement et le mobile du (ou des) auteur(s).

### 1.6.3. Exercices et gestion de crise dans le domaine de la sécurité

La démarche exposée ci-dessus est complétée par la réalisation d'exercices destinés à vérifier la pertinence et la pérennité du dispositif retenu, notamment pour ce qui concerne la mise en œuvre des plans d'urgence en matière de sûreté et de sécurité. On distingue trois niveaux d'exercices de sécurité :

- des exercices locaux organisés par l'opérateur sans participation des pouvoirs publics. Il peut s'agir d'exercices d'alerte, de mobilisation, de test de procédures spécifiques ou de travail d'équipe des services de protection ;
- des exercices locaux organisés par un opérateur avec la participation des pouvoirs publics locaux, notamment afin de tester les procédures d'alerte, de mobilisation de ces derniers et de leur coordination avec l'opérateur ;
- des exercices nationaux organisés par les autorités, dont l'objectif est de tester l'organisation générale ainsi que la coordination des opérateurs et des pouvoirs publics (autorités de sûreté et de sécurité, autorité judiciaire, opérateur nucléaire, forces de l'ordre locales et nationales...) pour faire face à une agression grave d'une installation nucléaire.

Ces différents exercices sont effectués selon des périodicités définies en accord avec l'autorité de sécurité nucléaire.

Il est important de souligner ici que la gestion d'une crise qui résulterait d'un acte de malveillance nécessite la participation d'un grand nombre de parties prenantes afin de traiter les différents aspects associés à ce type d'événement. La réalisation d'exercices couvrant l'ensemble de ces aspects s'avère toutefois complexe, onéreuse et difficile à mettre en œuvre. C'est la raison pour laquelle plusieurs types d'exercices ont été développés au niveau national, qui se complètent mutuellement. On distingue ainsi :

- des exercices de protection et d'évaluation de sécurité, dits « EPEES », dont l'objectif est de tester l'organisation générale de la réponse à un acte de malveillance dans une installation nucléaire qui pourrait conduire à des rejets significatifs de radioactivité dans l'environnement. Ils conduisent notamment à mettre en œuvre les plans d'urgence en matière de sûreté et de sécurité et permettent de tester la coordination et la complémentarité de toutes les entités impliquées. Ces exercices sont fondés sur des agressions relevant des menaces de référence. Ils sont plus particulièrement centrés sur la mise en œuvre de l'intervention des différentes forces de réponse concernées ; le volet sûreté est simulé ;
- des exercices de sûreté dont l'initiateur est un acte de malveillance. L'objectif de ces exercices est d'évaluer le processus de prise de décision entre les autorités de sûreté et de sécurité et de préciser les allocations de responsabilité entre les autorités et l'opérateur aux niveaux national et local. Le volet sécurité est simulé. Ce type d'exercice ne nécessite pas d'échanger des informations sensibles sur la menace ou les vulnérabilités éventuelles d'une installation ;
- des exercices sur table qui présentent une grande souplesse de réalisation et constituent un forum d'échanges où l'ensemble des parties prenantes peuvent se former et se concerter sans échange d'informations sensibles. Ils sont fondés sur un scénario d'agression d'une installation nucléaire fictive, nécessitant l'implication de l'ensemble des parties prenantes aux niveaux local et national. L'objectif est d'identifier et de développer des bonnes pratiques pour une gestion de crise de ce type afin de faciliter les interfaces et les prises de décision.

Par ailleurs, l'autorité compétente peut ordonner un inventaire physique des matières nucléaires détenues dans une (ou plusieurs) installation(s) et la comparaison des résultats avec les données comptables. Dans ce cadre, des exercices d'inventaire en situation d'urgence sont régulièrement organisés par le ministre chargé de l'Énergie avec le concours de l'IRSN et d'un opérateur. Les opérateurs sont notamment tenus de disposer de procédures d'inventaire en situation d'urgence.

Il convient enfin de mentionner la réalisation régulière d'exercices de sécurité portant sur les transports de matière nucléaire. Les scénarios de ces exercices portent soit sur le vol des matières soit sur le sabotage du transport.

## #FOCUS .....

### **Les exercices sur table de sécurité nucléaire**

La réalisation d'exercices de sécurité a pour principal objectif de s'assurer du bon fonctionnement de l'ensemble de l'organisation nécessaire pour faire face à une action malveillante sur une installation nucléaire de nature à provoquer des rejets significatifs de radioactivité dans l'environnement.

Les exercices sur table conçus par l'IRSN complètent les exercices de terrain et constituent un bon forum d'échanges permettant de traiter conjointement les aspects de sûreté et de sécurité d'une crise et de permettre à l'ensemble des parties prenantes concernées d'apprendre à se connaître, de se former et de s'acculturer mutuellement sans échange d'informations sensibles.

Ces exercices sont menés sur la base d'un scénario prédéfini, découpé en étapes pédagogiques conçues pour susciter la discussion et la réflexion permettant la prise de décision. Le scénario est déterminé en supposant une agression sévère d'une centrale nucléaire inspirée des menaces de référence ; il nécessite en conséquence l'implication de l'ensemble des parties prenantes concernées. Sont ainsi sollicités les autorités de sécurité et de sûreté et leurs supports techniques, les opérateurs aux niveaux local et national, les forces de l'ordre aux niveaux local et national, les autorités judiciaires, les services de déminage... Le scénario est conçu pour générer une succession de défaillances de fonctions de sûreté qui doivent entraîner la mise en œuvre de réponses coordonnées et appropriées pour contrer l'agression et ramener l'installation dans un état de sûreté satisfaisant. L'objectif est d'identifier et de gérer les aspects essentiels face à une telle situation au travers d'échanges et de discussions. Le scénario est découpé en étapes et séquences d'actions, mises à profit par des facilitateurs pour susciter les discussions, points de vue et avis des participants à l'exercice. Un débat final permet d'identifier des bonnes pratiques et des recommandations.

Les exercices sur table sont un outil pertinent pour appréhender simultanément deux enjeux majeurs associés à la gestion d'une crise de sécurité :

- la sûreté de l'installation nucléaire (défaillance ou perte de fonctions de sûreté et gestion d'une situation dégradée) ;
- la sécurité (présence d'un groupe terroriste sur un site, prise d'otages, impossibilité pour les opérateurs d'intervention locale pour réparer des équipements endommagés...).

Le niveau de menace et le scénario sont choisis de manière à nécessiter la neutralisation des agresseurs avant que ne se produise une situation irréversible dans l'installation (par exemple un endommagement grave du cœur d'un réacteur nucléaire) avec une implication progressive des différents niveaux des forces de l'ordre en fonction de l'aggravation de la situation sur le site de l'installation.

L'exercice est structuré autour des quatre phases identifiées pour une crise de sécurité nucléaire :

- la phase réflexe au cours de laquelle sont déclenchées les procédures d'urgence dans les domaines de la sûreté et de la sécurité ;
- la phase de réflexion au cours de laquelle est menée une évaluation de la situation, qui inclut la mise en œuvre des plans d'urgence en matière de sûreté et de sécurité ;
- la phase de réponse qui conduit généralement à un assaut des forces de l'ordre pour neutraliser les agresseurs ;
- la phase de récupération dont le but est de retrouver des conditions de sûreté et de sécurité satisfaisantes sur le site.

#FOCUS .....

## Les inventaires de matières nucléaires en situation de crise

À la demande des pouvoirs publics, l'IRSN organise régulièrement des exercices d'inventaire en situation de crise des matières nucléaires présentes dans une installation ou plusieurs installations.

### Principes

Un inventaire de matières nucléaires en situation de crise peut être déclenché dans une (ou plusieurs) installation(s) en cas de suspicion d'une action de malveillance touchant des matières nucléaires (vol ou détournement de matières nucléaires, acte de sabotage) afin de confirmer ou d'infirmer cette action. Toute installation détenant des matières nucléaires peut être concernée par ce type d'événement et doit se préparer à y répondre. La démarche consiste à effectuer un inventaire physique de l'ensemble des objets détenant de la matière nucléaire sujette à suspicion, à comparer cet inventaire avec les enregistrements des comptabilités locale et nationale, à effectuer, le cas échéant, une mesure précise de matière et à analyser les informations provenant du système de protection physique des installations concernées. L'inventaire doit pouvoir être réalisé en quelques heures. Dans ce but, des exercices sont menés régulièrement.

### Buts des exercices

L'objectif général de ces exercices est de tester les chaînes de décision et la coordination des différents intervenants (exploitants, pouvoirs publics) ainsi que

de clarifier le rôle et les missions des diverses entités impliquées. De manière plus spécifique, ces exercices ont également pour but d'entraîner les équipes de crise, de tester les procédures, de vérifier l'efficacité du système mis en œuvre et d'évaluer le temps nécessaire pour réaliser les différentes étapes.

## Organisation

Les exercices sont organisés conjointement par le (ou les) exploitant(s) des installations concernées, l'autorité de sécurité et l'IRSN, sur la base d'un scénario (vol, substitution, sabotage...) proposé par l'IRSN. Un protocole précise les modalités de l'exercice, les entités impliquées, les objectifs à atteindre, ainsi que l'existence ou non d'une pression médiatique. Ces exercices sont menés selon une fréquence annuelle et ont permis de tester les procédures de crise applicables chez les principaux exploitants nucléaires français.

## Principaux résultats

Les exercices ont notamment permis de clarifier les rôles et les interfaces des différentes organisations de crise, ainsi que les dispositions à prendre pour transmettre si nécessaire des informations classifiées sur des quantités ou des localisations de matières nucléaires sensibles. Ils ont montré l'importance de la mise en place de scellés après la caractérisation des matières nucléaires et de fiches réflexes pour réaliser un inventaire en situation d'urgence.

---

### 1.6.4. Complémentarité entre dispositions de sûreté et de sécurité

Il est naturellement nécessaire d'assurer un lien entre les démarches de sûreté et de sécurité nucléaires. L'articulation retenue est la suivante. En premier lieu, la loi TSN prévoit que la création et le fonctionnement d'une installation nucléaire de base (INB) sont soumis à autorisation. Cette autorisation est complémentaire de celle prévue dans le [code de la défense](#) pour la protection et le [contrôle des matières nucléaires](#), de leurs installations et de leurs transports. L'opérateur qui prévoit d'exploiter une installation nucléaire de base qui relève par ailleurs des dispositions du code de la défense pour la détention de matières nucléaires doit donc disposer de deux autorisations.

Par ailleurs, la loi TSN introduit la notion de sécurité nucléaire dans son article premier (selon une définition plus large que celle communément retenue par la communauté internationale [voir § 1.1.1]), et le décret « procédures » (voir § 1.5) précise que le rapport de sûreté d'une INB doit décrire les accidents pouvant affecter l'installation, que leur cause soit d'origine interne ou externe, y compris s'il s'agit d'un acte de malveillance. Ces éléments doivent figurer dès la version préliminaire du rapport de sûreté. De même, lors des phases de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement d'une installation, les aspects sûreté et sécurité sont à

traiter de manière concertée, l'opérateur devant déposer une demande auprès de l'**Autorité de sûreté nucléaire** et si nécessaire mettre à jour l'étude de sécurité. La démarche est similaire pour ce qui concerne la gestion des modifications significatives d'une installation et les réexamens périodiques de sûreté.

Une installation nucléaire de base ne peut donc être autorisée à fonctionner qu'après instruction et approbation par les autorités compétentes des dispositions retenues par l'opérateur pour faire face aux actes de malveillance. L'**Autorité de sûreté nucléaire** consulte en conséquence l'autorité de sécurité nucléaire sur ces aspects.

Afin de tenir compte de la sensibilité des informations relatives à la sécurité, un dossier séparé, non public, permet de rassembler les informations de sécurité demandées au titre des rapports de sûreté des installations concernées.

# Chapitre 2

## Sécurité des sources radioactives

---

### 2.1. *Éléments de contexte*

#### 2.1.1. *Spécificité des sources radioactives*

L'utilisation de sources radioactives (figures 23 et 24) est largement répandue dans le monde, dans des domaines très divers tels que l'industrie, la médecine, la recherche, l'agro-alimentaire ou l'enseignement. Les activités utilisant des sources radioactives comportent des risques du fait des possibilités d'exposition excessive aux rayonnements ionisants. Il ne peut pas être exclu *a priori* qu'une telle exposition excessive puisse résulter d'une utilisation malveillante. Il convient en conséquence d'éviter un usage détourné de sources radioactives afin de protéger les personnes et l'environnement. L'approche doit tenir compte du grand nombre de sources existantes, de leur grande diversité (en termes d'activité, de période radioactive, de type de rayonnement, de forme physico-chimique, de conditionnement...) et des nombreux domaines d'activité concernés.

Le renforcement de la sécurité des sources radioactives à l'égard des actes de malveillance nécessite en premier lieu d'identifier les sources qui pourraient présenter des dangers pour les personnes et l'environnement en cas d'utilisation malveillante, en second lieu de mettre en œuvre des dispositions de protection de ces sources en fonction des conséquences possibles d'une telle utilisation. Cette démarche conduit à hiérarchiser les sources en fonction de leur dangerosité afin de leur appliquer des mesures de protection et de contrôle tenant compte du risque de mise en œuvre malveillante (selon le principe de l'approche graduée) lors de leur utilisation, de leur transport ou de leur stockage. Dans ce cadre, l'[IRSN](#) a mené un programme visant à mieux apprécier les

risques associés aux usages malveillants potentiels de sources radioactives. Ces actions étaient structurées par les étapes suivantes :

- le recensement des sources radioactives et leur regroupement en différents types ou familles ;
- l'évaluation de la sensibilité des différents types ou familles de sources radioactives en termes de niveau de conséquences d'un acte de malveillance les concernant ;
- l'étude de la vulnérabilité des sources radioactives les plus sensibles ;
- la détermination de mesures techniques ou organisationnelles de sécurisation des sources radioactives les plus sensibles et les plus vulnérables.

Les résultats de ces travaux ont été ensuite utilisés dans un cadre international et ont également servi pour l'élaboration de la réglementation française dans ce domaine.



**Figure 23.** Reconditionnement de sources radioactives réalisé à l'IRSN, Fontenay-aux-Roses, France.  
© Olivier Seignette/Mikaël Lafontan/IRSN.

### **2.1.2. Vols et pertes de sources**

Une des difficultés associées à la démarche de sécurisation des sources radioactives résulte du grand nombre de sources existantes (de l'ordre de 47 000 sources scellées en France en 2014), du grand nombre de points de localisation correspondants et des nombreux mouvements de ces sources.

En France, les vols et les pertes de sources scellées de haute activité sont rares. En revanche, les vols et les pertes de sources non scellées ou de faible activité sont plus

fréquents. Les principales pertes se produisent lors des transports, parfois du fait d'erreurs de livraison ou lorsque des sources sont envoyées dans des filières d'élimination non adaptées.

Dans le monde, les vols et les pertes de sources scellées de haute activité sont également relativement peu fréquents et en voie de diminution en 2014, mais leurs conséquences peuvent être dramatiques pour les travailleurs et la population ; ils résultent de négligences ou de contrôles déficients. Comme en France, les principales sources perdues ou volées concernent des appareils mobiles et les incidents se produisent principalement lors des transports, parfois du fait d'erreurs de livraison.

Deux événements significatifs qui se sont produits en France en 1999 peuvent être relatés ici. Il s'agit d'une part d'un appareil de gammagraphie (figure 25) contenant une source de haute activité qui a été retrouvé sur une plage, d'autre part du vol d'une camionnette contenant également un appareil de gammagraphie. Dans le premier cas, l'enquête de police a conduit à suspecter un acte de malveillance interne d'un collaborateur de l'entreprise concernée ; dans le second cas, le véhicule et la source ont été retrouvés dans une entreprise de traitement de déchets de métaux non ferreux, ce qui laisse à penser que les voleurs n'avaient pas l'intention d'utiliser la source à des fins malveillantes mais étaient plutôt intéressés par le matériel contenu dans la camionnette.

Ces faits rappellent l'importance de détecter au plus tôt la disparition d'une source, de la déclarer et naturellement la nécessité de la retrouver dans les plus brefs délais.

### 2.1.3. Contexte historique

L'[AIEA](#) a lancé en 1995 un large programme visant à combattre le trafic illicite de matières radioactives et, de façon plus générale, à renforcer la sécurité des sources radioactives. Ce programme s'est notamment traduit par la mise en place d'un plan d'actions approuvé en 1999 par le Conseil des gouverneurs de l'AIEA et par l'organisation de plusieurs conférences internationales sur le sujet. Il en a résulté l'élaboration d'un « code de conduite sur la sûreté et la sécurité des sources radioactives », la rédaction de documents techniques présentant notamment une catégorisation des sources radioactives ainsi que la mise en place d'une base de données des incidents impliquant des sources radioactives.

Le « code de conduite » a été approuvé par l'[AIEA](#) en septembre 2003 après que sa portée a été notablement renforcée, compte tenu en particulier des attentats du 11 septembre 2001 qui, bien que n'impliquant pas de matières radioactives, ont montré le niveau de préparation atteint par certaines organisations terroristes.

Parallèlement, après une pollution radioactive de l'atmosphère due à l'incinération accidentelle de sources en Europe, la [Commission européenne](#) a élaboré un texte visant à renforcer le contrôle des sources radioactives. Ce texte qui a été adopté en décembre 2003 est la directive Euratom sur le contrôle des sources radioactives scellées de haute activité et les sources orphelines (§ 2.2.3).



Figure 24. Sources radioactives scellées dans leur boîtier en plomb, université Toulouse III - Paul-Sabatier. © Albin Millot/IRSN.

## 2.2. Cadre international

### 2.2.1. Catégorisation des sources

Afin de guider les États membres dans leur démarche de protection à l'égard d'un usage malveillant de sources radioactives, l'AIEA a développé une documentation spécifique dans le cadre de la « série sécurité » précédemment mentionnée (§ 1.1.5). On peut notamment citer un document de recommandations ainsi qu'un certain nombre de guides d'application des recommandations et de guides techniques.

Dans l'un de ces guides, l'AIEA propose une répartition des sources en cinq catégories numérotées de 1 (la plus dangereuse) à 5 (la moins dangereuse) fondée sur la notion de « *D value* » (D pour danger), à savoir la valeur d'activité entraînant des effets déterministes graves. Un effet déterministe grave est défini comme un effet sanitaire dû aux rayonnements qui induit inévitablement la mort, attente à la vie ou peut conduire à une incapacité permanente diminuant la qualité de la vie. Il en a résulté le concept de source dangereuse ; ce concept a été traduit en paramètres opérationnels en calculant la quantité de matière radioactive qui conduit, pour un organisme humain, à des effets déterministes graves pour des scénarios d'exposition de personnes et pour des critères de doses donnés.



Figure 25. Projecteur de gammagraphie contenant une source radioactive, France. © Nedim Imrè/IRSN.

### 2.2.2. « Code de conduite »

Le « code de conduite » de l'[AIEA](#) sur la sûreté et la sécurité des sources radioactives vise à obtenir un niveau élevé de sûreté et de sécurité pour les sources scellées les plus dangereuses. Il présente dans ce but des orientations sur les principes de protection à mettre en œuvre et sur la réglementation en termes de sûreté, de radioprotection et de sécurité des sources (protection physique). Il a pour but de guider les États, notamment pour l'élaboration et l'harmonisation de leurs politiques et de leurs règlements sur la sûreté et la sécurité des sources radioactives. Dans ce code, seules les trois premières catégories parmi les cinq précitées font l'objet de préconisations de mesures de sécurité, en excluant les sources non scellées, les matières nucléaires et les sources intéressant la défense qui font l'objet de réglementations spécifiques.

En complément du « code de conduite », le guide de l'[AIEA](#) sur les orientations pour l'importation et l'exportation de sources radioactives préconise des notifications entre États afin de renforcer le suivi des sources des catégories 1 et 2.

### 2.2.3. Directive Euratom

La directive européenne dite « directive Euratom » relative au contrôle des sources radioactives scellées de haute activité (SSHA) et des sources orphelines soumet certaines sources à des exigences spécifiques. Cette directive, dont la motivation principale n'est pas la sécurité des sources radioactives à l'égard d'actes de malveillance mais la radioprotection, comporte cependant des dispositions générales qui vont dans le sens de la sécurité, telles que des obligations de marquage des sources, la nécessité d'une autorisation préalable pour les détenteurs de sources radioactives, la nécessité d'une autorité compétente ayant la charge de la tenue d'un registre des détenteurs et des sources détenues...

## 2.3. Organisation française

### 2.3.1. Cadre réglementaire

La réglementation française en matière d'utilisation de rayonnements ionisants se trouve pour l'essentiel dans le code de la santé publique et dans le code du travail. Cette réglementation tient compte des recommandations du « code de conduite » de l'AIEA sur la sûreté et la sécurité des sources radioactives et des prescriptions de la directive Euratom relative aux sources radioactives scellées de haute activité.

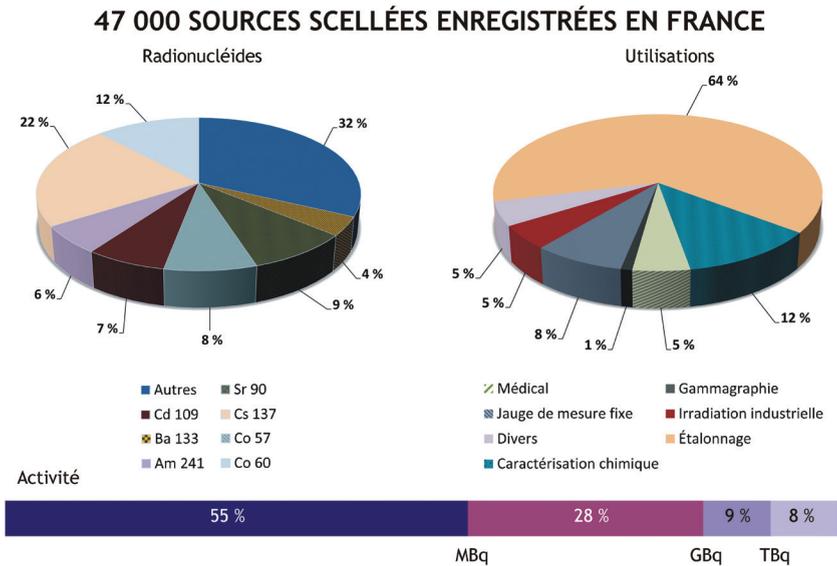
Le code de la santé publique a été complété, au-delà des préoccupations de radioprotection, par des dispositions relatives à la sécurité des sources radioactives. Ce code précise, pour chaque radionucléide, le niveau d'activité à partir duquel une source scellée est de haute activité et prévoit des dispositions générales en matière de suivi de ces sources :

- l'identification et le marquage ;
- la transmission à l'autorité compétente de l'inventaire annuel des sources détenues par chaque détenteur et la capacité de ce dernier à réaliser à tout moment un inventaire de crise ;
- un contrôle des transferts de sources avec la transmission à l'autorité compétente du bilan des mouvements de sources par les fournisseurs.

À ces mesures, s'ajoutent des dispositions générales ayant également un intérêt pour la sécurité des sources :

- un régime d'autorisation pour les fabricants, les fournisseurs et les utilisateurs, ainsi que pour les transports de matières radioactives ;
- la reprise par les fournisseurs, par une installation agréée ou par un autre détenteur autorisé, des sources en fin de vie ou au-delà de 10 ans, avec obligation du fournisseur d'informer l'autorité compétente en cas de source non restituée dans les délais ;
- la mise en place de mesures de sécurité sur les lieux d'entreposage (un local fermé à clef à accès contrôlé).

À partir de la catégorisation des sources de l'AIEA et des dispositions mentionnées dans le « code de conduite » de l'AIEA et la directive Euratom, il peut être constaté que, sur les 47 000 sources enregistrées dans l'inventaire national français en 2014, environ 10 % (4 600 sources) sont des sources de haute activité au sens de la directive Euratom, susceptibles de conduire à des expositions graves à des rayonnements ionisants. La figure 26 présente la répartition des sources scellées enregistrées en France par activité, par radionucléide et par type d'utilisation. Les dispositions de sécurité déployées en France sont principalement appliquées à ces sources de haute activité selon le principe d'une approche graduée fondée sur la catégorisation de l'AIEA. La démarche retenue est essentiellement prescriptive (par opposition à l'approche fondée sur une obligation de résultats développée pour la protection des matières nucléaires) dans la mesure où elle s'applique à des opérateurs très variés dont certains (hôpitaux, universités par exemple) ne disposent pas des moyens nécessaires pour



**Figure 26.** Événail de l'utilisation des sources scellées radioactives en France, réparties par activité, par radionucléide et par type d'utilisation.

concevoir un système de protection de leurs sources et pour gérer des informations sensibles précisant par exemple les menaces à l'égard desquelles ils doivent se protéger.

Afin d'assurer la cohérence voulue entre les exigences de sûreté, de radioprotection et de sécurité, une seule autorité, l'**Autorité de sûreté nucléaire** est chargée de la mise en œuvre de cette réglementation sur le territoire national.

En outre, la réglementation impose des prescriptions pour la radioprotection des travailleurs qui peuvent être utiles à l'égard de la sécurité des sources, telles que des contrôles techniques des sources et de leurs conditions d'utilisation et d'entreposage ou encore l'existence d'une procédure interne à suivre en cas de perte ou de vol d'une source scellée.

La réglementation prévoit également une formation renforcée à la sécurité pour les personnes ayant accès à des sources radioactives de haute activité.

Un arrêté précisant les dispositions de suivi et de protection physique des sources radioactives selon une approche graduée doit compléter prochainement ce dispositif. Dans le cadre de la mise en œuvre de ces nouvelles dispositions réglementaires destinées à renforcer la sécurité des sources radioactives, l'**IRSN** assurera un appui technique à l'**Autorité de sûreté nucléaire**.

### 2.3.2. *Registre national des sources*

Une des principales dispositions recommandées par les textes de l'**AIEA** est d'assurer un enregistrement et un suivi des sources radioactives, en priorité de celles des catégories 1 à 3, ceci notamment par la mise en place d'un registre national des sources.

En France, le suivi national des sources est réalisé par l'IRSN. Il prévoit que :

- toute personne responsable d'une « activité nucléaire » au sens du code de la santé publique, doit transmettre à l'IRSN des informations portant sur les caractéristiques des sources, l'identification des lieux où elles sont détenues ou utilisées, ainsi que les références de leurs fournisseurs et acquéreurs. Les modalités de l'inventaire des sources de rayonnements ionisants, avec principalement la tenue à jour d'un fichier national des sources radioactives, sont définies par voie réglementaire ;
- tout détenteur de radionucléides sous forme de sources radioactives, de produits ou dispositifs en contenant, doit être en mesure de justifier en permanence l'origine et la destination des radionucléides présents dans son établissement à quelque titre que ce soit. À cet effet, il organise dans l'établissement un suivi permettant de connaître, à tout moment, l'inventaire des produits détenus.

Afin d'assurer le suivi des sources radioactives au niveau national, l'IRSN a développé un outil de gestion associé à un portail internet accessible à l'ensemble des détenteurs de sources. Sont enregistrés dans cet outil de gestion, pour un détenteur d'une source : la référence de la source, le radionucléide, son activité, le numéro de source éventuel, le fournisseur de la source ainsi que la référence de l'appareil et son numéro si la source est contenue dans un appareil. Un mouvement de source ne peut avoir lieu qu'après enregistrement des informations requises dans l'outil de gestion. Par ailleurs, l'IRSN reçoit les inventaires annuels transmis par les détenteurs et utilisateurs de sources, compare ces données avec les mouvements de sources enregistrés dans l'outil de gestion, analyse les écarts éventuels et met à jour régulièrement l'inventaire national des sources de rayonnements ionisants.

# Chapitre 3

## Non-prolifération nucléaire

---

Dans le domaine du contrôle international des matières nucléaires, deux organismes assurent en France des contrôles : l'[Agence internationale de l'énergie atomique \(AIEA\)](#) (contrôle international) et la [Communauté européenne de l'énergie atomique \(Euratom\)](#) (contrôle régional). Ces contrôles s'inscrivent dans le cadre des engagements de la France en matière de non-prolifération.

### 3.1. *Rappels historiques*

#### 3.1.1. *AIEA*

Le 8 décembre 1953, quand le président des États-Unis a présenté son plan « *Atoms for peace* », il a esquissé ce qui conduira à la création de l'[Agence internationale de l'énergie atomique \(AIEA\)](#). C'est la première pierre de la démarche internationale contribuant à la non-prolifération des armes de destruction massive qui était ainsi posée.

En octobre 1956, le statut de l'[AIEA](#) a été adopté à New-York, en marge d'une réunion de l'[ONU](#). En juillet 1957, après que 26 États ont déposé leur instrument de ratification, le statut de l'[AIEA](#) (figure 28) est entré en vigueur. Ce statut énonce deux principes fondamentaux et complémentaires : d'une part l'Agence a pour but de promouvoir l'utilisation de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques, d'autre part elle doit veiller à ce que les matières nucléaires dites sous garanties internationales ne soient pas utilisées pour servir des fins militaires. Le siège de l'Agence est situé à Vienne en Autriche (figure 27).



Figure 27. Siège de l'AIEA à Vienne, Autriche. © Rodolfo Quevenco/AIEA.

De 1959 à 1961, l'Assemblée générale des Nations unies va adopter un certain nombre de résolutions dans le domaine de la non-prolifération et, durant les années 1960, plusieurs projets de traités ont été débattus. Finalement, le 1<sup>er</sup> juillet 1968, le **traité de non-prolifération** (TNP) a été ouvert à la signature à Moscou, à Washington et à Londres. Il est entré en vigueur le 5 mars 1970 après sa ratification par les trois puissances dépositaires et par 40 autres États.

Selon ce traité, les États dotés de l'arme nucléaire, dits « EDAN » (États ayant fait exploser une arme nucléaire avant le 1<sup>er</sup> janvier 1967), ne doivent en aucune façon assister un État non doté, dit « ENDAN », à acquérir l'arme nucléaire. Les EDAN ainsi définis par le **TNP** sont au nombre de cinq (États-Unis, URSS, Royaume-Uni, France et République populaire de Chine). Selon le TNP, tous les autres États sont non dotés.

Chaque État non doté de l'arme nucléaire devenant partie au **TNP** s'engage à ne pas acquérir d'armes nucléaires ou autres engins nucléaires explosifs. Il accepte également de conclure avec l'**AIEA** un accord de garanties généralisées qui prévoit l'application de garanties à ses activités nucléaires, présentes ou futures, en vue de vérifier le respect de ses obligations aux termes du traité.

En retour, le traité reconnaît le droit de toutes les parties à un échange aussi large que possible d'équipements, de matières nucléaires et de renseignements scientifiques et technologiques en vue d'utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire. Les parties s'engagent également à poursuivre de bonne foi des négociations en vue du désarmement nucléaire, qui s'inscrit dans le cadre d'un désarmement général et complet, et réaffirment dans le préambule leur détermination à mettre un terme à tous les essais d'armes nucléaires.

Le 2 août 1992, la France a été le dernier des cinq États dotés d'armes nucléaires à rejoindre le **TNP** dont elle avait précédemment déclaré qu'elle en respecterait les dispositions.

Le **TNP** a été prorogé pour une durée illimitée à New-York le 11 mai 1995. À ce jour, trois États n'ont pas signé le TNP : il s'agit de l'Inde, d'Israël et du Pakistan. Il est à noter également que la Corée du Nord a annoncé sa volonté de se retirer du TNP.

Les objectifs fondamentaux du **TNP** sont d'une part d'être capable de déceler rapidement le détournement de quantités significatives de matières nucléaires d'activités pacifiques vers la fabrication d'armes, d'autre part de dissuader tout détournement par le risque d'une détection précoce. Le contrôle exercé par l'**AIEA** à ce sujet est un contrôle de finalité, c'est-à-dire qu'il s'intéresse à l'usage final des matières nucléaires. Il s'exerce sur le régulateur de l'utilisation des matières nucléaires, à savoir l'État. Il est fondé sur ce que l'on appelle un régime de garanties.

Les garanties internationales de l'**AIEA** sont « *les activités de vérification de l'AIEA [qui] aident à assurer que les États respectent bien les engagements qu'ils ont pris concernant l'utilisation pacifique de l'énergie atomique* ». Ce régime des garanties (« *safe-guards* » en anglais) de non-prolifération a été créé en 1957, date de l'adoption du statut de l'AIEA, mais le système n'a pris toute sa valeur qu'en 1970 lors de l'entrée en vigueur du **TNP**, notamment de son article III. Trois grands types d'accords de garanties existent :

1. **Les accords de garanties généralisées.** Afin d'offrir un cadre juridique approprié et identique pour tous les signataires, un modèle d'accord de garanties généralisées a été élaboré en 1971. Il est essentiellement fondé sur la vérification par l'**AIEA** de la comptabilité et du suivi physique de l'ensemble des matières nucléaires déclarées.
2. **Les offres volontaires.** La France, comme tous les EDAN, n'était pas obligée de conclure un accord de garanties avec l'Agence. Elle a néanmoins souscrit, sur une base volontariste, de la même façon que les quatre autres puissances nucléaires reconnues, un accord de garanties inspiré du modèle des accords de garanties généralisées conclus entre l'**AIEA** et les ENDAN, mais adapté au statut et aux intérêts spécifiques de la France. Par cet accord, signé le 27 juillet 1978, la France soumet au système de garanties de l'AIEA les matières nucléaires qu'elle désigne, dans des installations ou parties d'installations choisies. Pour tenir compte du contrôle de sécurité exercé par la **CEEA** (voir ci-après), l'accord de garanties conclu par la France présente un caractère trilatéral, Euratom étant partie à l'accord.
3. **Les accords de garanties spécifiques.** Certains États (Inde, Israël, Pakistan), qui n'ont pas signé le **TNP**, ont conclu avec l'Agence des accords de garanties plus limités, qui ne s'appliquent qu'aux matières, aux équipements et aux installations spécifiés par l'accord.

La découverte du programme nucléaire militaire clandestin irakien et les difficultés rencontrées par l'**AIEA** en Corée du Nord ont depuis mis en évidence l'insuffisance

des mesures appliquées dans le cadre des accords de garanties, même pour les accords de garanties généralisées. Afin de pallier ces insuffisances, le secrétariat de l'**AIEA** a commencé à travailler dès 1993, sur un programme ambitieux de renforcement du régime des garanties. Les objectifs fondamentaux de ce programme étaient, d'une part d'améliorer les capacités de l'AIEA à détecter des activités clandestines, d'autre part d'augmenter le rendement et l'efficacité des garanties. Ce programme a été scindé en deux parties. La première partie concernait les dispositions qui pouvaient être mises en œuvre sans modification du cadre juridique existant. La seconde partie concernait les dispositions dont la mise en œuvre nécessitait de doter l'AIEA de nouveaux pouvoirs juridiques. De ces nouvelles dispositions a résulté l'élaboration d'un modèle de protocole additionnel aux accords de garanties existants. Il a été adopté par un Conseil extraordinaire des gouverneurs de l'AIEA, le 15 mai 1997.

Le 22 septembre 1998, la France a signé un protocole additionnel, également inspiré du modèle établi pour les ENDAN. Comme l'accord qu'il complète, ce protocole implique également **Euratom**. La France doit en conséquence respecter de nouveaux engagements et fournir régulièrement à l'**AIEA** des déclarations comprenant :

- les activités de recherche et de développement relatives au cycle du combustible nucléaire menées en coopération avec des ENDAN ;
- les opérations de fabrication d'équipements ou de matières non nucléaires pouvant éventuellement être utilisés dans des programmes nucléaires, menées en coopération avec des personnes ou des entreprises dans un ENDAN ;
- les importations et exportations de déchets conditionnés de haute ou de moyenne activité contenant du **plutonium**, de l'**uranium** 235 ou de l'uranium 233, depuis un ENDAN ou vers un ENDAN ;
- les exportations vers des ENDAN de certains équipements ou matières non nucléaires pouvant éventuellement être utilisés dans un programme nucléaire ;
- les activités de coopération prévues avec des ENDAN pour les 10 années à venir qui se rapportent au développement du cycle du combustible nucléaire.

**Euratom** déclare également à l'**AIEA**, pour le compte de la France, les productions des mines d'**uranium** et des usines de concentration des minerais, ainsi que tous les transferts de tels minerais.

Il est à noter également que l'**AIEA** a la possibilité de demander des compléments d'informations (éclaircissements) sur les déclarations et, sous certaines conditions, de procéder à des vérifications (« accès complémentaires ») en tout lieu situé en France.

La mise en œuvre en France du protocole additionnel est assurée par le **Comité technique Euratom** (CTE, § 3.4.2) et par son appui technique, l'**IRSN**, qui est chargé plus particulièrement de la préparation des déclarations (voir ci-après).

Depuis les années 2000, l'**AIEA** développe également un concept de « garanties intégrées ». On entend par garanties intégrées la combinaison optimale de toutes les dispositions de contrôle que l'Agence peut mettre en place en vertu des accords de garanties

généralisées et des protocoles additionnels. Après avoir conclu à l'absence de matières ou d'activités nucléaires non déclarées, l'Agence développe pour l'État concerné une approche de contrôle spécifique fondée sur une confiance accrue qui se traduit par une réduction de l'effort d'inspection et un accroissement du caractère inopiné des vérifications.

### 3.1.2. CEEA (*Communauté européenne de l'énergie atomique*)

Le [traité Euratom](#) signé à Rome par la France le 25 mars 1957 institue la [Communauté européenne de l'énergie atomique](#) (CEEA). Toute adhésion à l'[Union européenne](#) implique la ratification de ce traité. Son histoire, sa préparation et son entrée en vigueur se confondent avec le traité instituant la Communauté économique européenne. Le traité Euratom a pour objectifs de contribuer à la formation et à la croissance des industries nucléaires européennes, de faire en sorte que tous les États membres puissent profiter du développement de l'énergie atomique à des fins pacifiques, notamment les ENDAN, et d'assurer leur sécurité d'approvisionnement en minerais et en combustibles nucléaires. La figure 28 présente les grandes dates associées à la mise en œuvre du [traité Euratom](#) et du [traité de non-prolifération](#).

Selon le traité, les missions d'[Euratom](#) sont plus spécifiquement les suivantes :

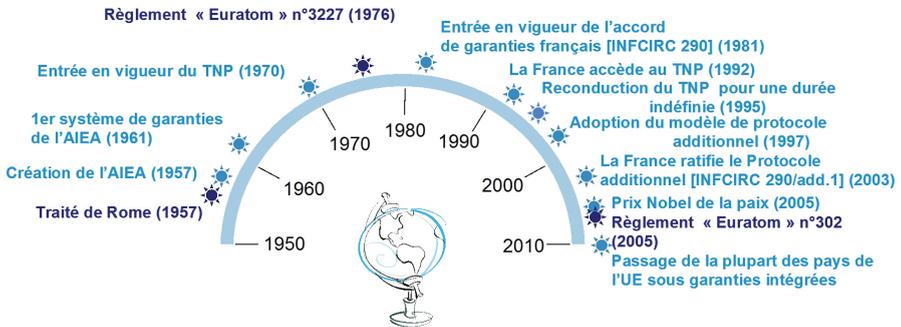
- développer la recherche et assurer la diffusion des connaissances techniques ;
- établir des normes de sécurité uniformes pour la protection sanitaire de la population et des travailleurs et assurer leur application ;
- faciliter les investissements et assurer la réalisation des installations fondamentales nécessaires au développement de l'énergie nucléaire dans l'[Union européenne](#) ;
- veiller à l'approvisionnement régulier et équitable de tous les utilisateurs dans l'[Union européenne](#) en minerais et en combustibles nucléaires (création de l'Agence d'approvisionnement d'Euratom) ;
- garantir par des contrôles appropriés que les matières nucléaires ne sont pas détournées des usages auxquels elles sont destinées. Il s'agit d'un contrôle de conformité ;
- promouvoir le progrès dans l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire en travaillant avec les pays tiers et les organisations internationales ;
- constituer des entreprises communes.

Les dispositions essentielles du [traité Euratom](#) n'ont pas été modifiées depuis son entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 1958. Les missions précitées sont déclinées dans le traité dans un ensemble de 10 chapitres. La mise en œuvre des chapitres VI et VII concerne directement les industriels français.

Le chapitre VI concerne l'approvisionnement. « *L'approvisionnement en minerais, matières brutes et matières fissiles spéciales (voir ci-après) est assuré [...] selon le principe de l'égal accès aux ressources, et par la poursuite d'une politique commune*



## Historique d'EURATOM et du traité de non-prolifération



**Figure 28.** Récapitulatif des grandes dates associées à la mise en œuvre du traité Euratom et du traité de non-prolifération des armes nucléaires.

*d'approvisionnement. À cet effet, [...] : b) Est constituée une Agence [l'Agence d'approvisionnement] disposant d'un droit d'option sur les minerais, matières brutes et matières fissiles spéciales produits sur les territoires des États membres, ainsi que du droit exclusif de conclure des contrats portant sur la fourniture de minerais, matières brutes ou matières fissiles spéciales en provenance de l'intérieur ou de l'extérieur de la Communauté ».*

Le chapitre VII du **traité Euratom** institue un contrôle de sécurité dans les États membres de la Communauté. Ce contrôle de sécurité est fondé sur un système de déclarations et un processus d'inspections.

Dans les conditions prévues dans ce chapitre, « la Commission doit s'assurer sur les territoires des États membres que :

- les minerais, matières brutes et matières fissiles spéciales ne sont pas détournés des usages auxquels leurs utilisateurs ont déclaré les destiner ;*
- sont respectés les dispositions relatives à l'approvisionnement et tout engagement particulier relatif au contrôle souscrit par la Communauté dans un accord conclu avec un État tiers ou une organisation internationale ».*

Les évolutions techniques de l'industrie nucléaire en général, et dans le domaine du contrôle de sécurité en particulier, ainsi que l'entrée en vigueur dans les pays de l'Union du protocole additionnel ont rendu nécessaire la publication de plusieurs règlements successifs qui prennent en compte ces évolutions. Le dernier en date, le règlement 302/2005 relatif à l'application du contrôle de sécurité d'**Euratom**, a été signé le 8 février 2005. Il est entré en vigueur 20 jours après sa publication le 28 février, soit le 20 mars 2005.

Outre l'application des protocoles additionnels (qui sont des accords trilatéraux entre pays de l'Union, **Euratom** et l'**AIEA**), ce règlement reprend toutes les obligations des précédents règlements. Il permet à la **Commission européenne** d'étendre son contrôle de sécurité en réponse aux évolutions technologiques dans le domaine nucléaire. Trois

évolutions sont particulièrement notables : le contrôle des installations de traitement et de stockage de déchets (le précédent règlement mettait fin aux contrôles à partir du moment où la matière était mise aux déchets), la modification des formats de déclaration et la généralisation des transmissions informatiques.

En outre, la [Commission européenne](#) a établi des recommandations non juridiquement contraignantes pour guider les exploitants dans l'application de ce règlement.

### 3.1.3. *Quelques définitions*

Le [traité CEEA](#) et l'article XX des statuts de l'[AIEA](#) précisent la définition internationale d'une matière nucléaire, qui ne concerne que les éléments [uranium](#), [plutonium](#) et [thorium](#), alors que la réglementation française y ajoute le deutérium, le [tritium](#) et le lithium 6 (§ 1.1.1). Le règlement 302/2005 définit quatre catégories de matières nucléaires :

- les « matières fissiles spéciales », à savoir le [plutonium](#) 239, l'[uranium](#) 233, l'uranium enrichi en uranium 235 ou en uranium 233, ainsi que tout autre produit contenant un ou plusieurs des isotopes ci-dessus et telles autres matières fissiles qui seront définies par le Conseil statuant à la majorité qualifiée sur proposition de la Commission ; toutefois, le terme « matières fissiles spéciales » ne s'applique pas aux matières brutes ;
- l'« [uranium](#) enrichi<sup>5</sup> en uranium 235 ou en uranium 233 », à savoir l'uranium contenant soit de l'uranium 235, soit de l'uranium 233, soit ces deux isotopes en quantités telles que le rapport entre la somme de ces deux isotopes et l'isotope 238 soit supérieur au rapport entre l'isotope 235 et l'isotope 238 dans l'uranium naturel ;
- les « matières brutes », à savoir l'[uranium](#) contenant le mélange d'isotopes qui se trouve dans la nature, l'uranium dont la teneur en uranium 235 est inférieure à la valeur « normale », le [thorium](#), toutes les matières mentionnées ci-dessus sous forme de métal, d'alliages, de composés chimiques ou de concentrés, toute autre matière contenant une ou plusieurs des matières mentionnées ci-dessus à des taux de concentration définis par le Conseil statuant à la majorité qualifiée sur proposition de la Commission ;
- les « minerais », à savoir tout minerai contenant à des taux de concentration moyenne définis par le Conseil statuant à la majorité qualifiée sur proposition de la Commission, des substances permettant d'obtenir, par les traitements chimiques et physiques appropriés, les matières brutes telles qu'elles sont définies ci-dessus.

Il est à noter que les minerais ne sont pas considérés par l'[AIEA](#) et la réglementation française comme des matières nucléaires, mais sont soumis au contrôle de sécurité [Euratom](#).

---

5. L'enrichissement est le rapport entre la masse combinée des isotopes uranium 233 et uranium 235 et la masse totale de l'uranium considéré.

## 3.2. Principe des déclarations

### 3.2.1. Démarche générale

#### 3.2.1.1. Notifications d'importations et d'exportations de matières nucléaires

L'efficacité du régime de non-prolifération repose notamment sur un système de déclarations à Euratom et à l'AIEA des opérations réalisées sur les matières nucléaires, complété par une vérification sur place par des inspecteurs indépendants (d'Euratom ou de l'AIEA). À ce titre, les mouvements de matières nucléaires sont particulièrement contrôlés. C'est pour cette raison que les exploitants nucléaires ont l'obligation de déclarer les transferts de matières visées par le traité CEEA et les garanties de l'AIEA. La figure 29 présente le principe du **contrôle des matières nucléaires** en France.

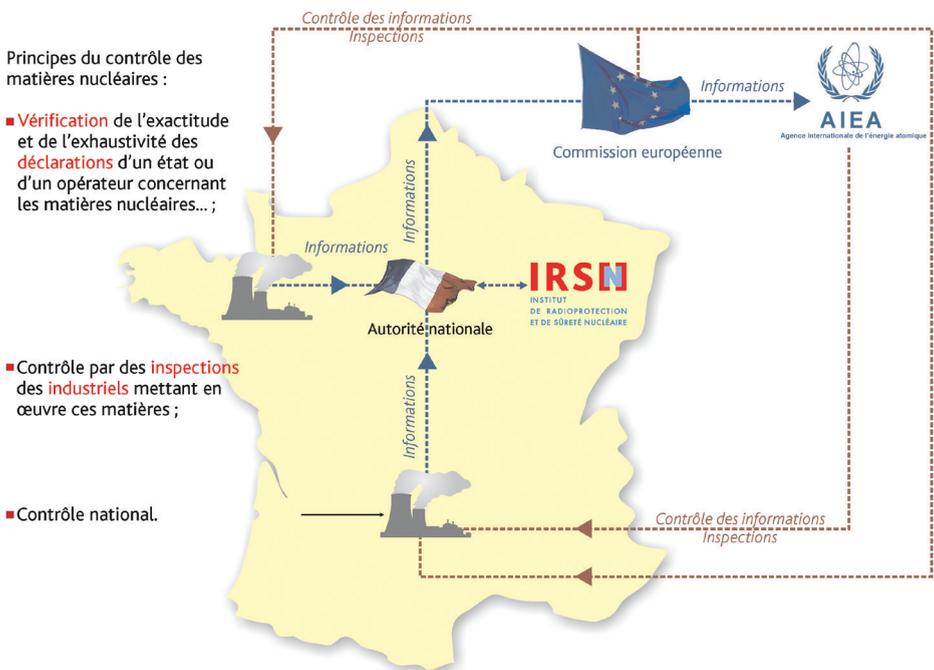


Figure 29. Illustration du principe du contrôle des matières nucléaires en France.

En pratique, la notification des transferts de matières nucléaires répond à cinq grands objectifs :

- planifier les opérations de vérification portant sur les matières nucléaires lors de leur départ d'une installation ou lors de leur arrivée dans une installation ;
- demander une éventuelle autorisation du transfert à un autre État dans le cadre de certains accords conclus par la France ou Euratom ;

- recevoir des informations sur les transferts avant leur réalisation effective ;
- suivre les flux de matières et vérifier le respect par les États de leurs engagements internationaux ;
- détecter d'éventuels problèmes lors des transports.

Tous les exploitants français important ou exportant des matières nucléaires sont soumis à l'obligation réglementaire de notifier ces transferts à la [Commission européenne](#). Du fait des accords signés par la France, ces notifications sont, le cas échéant, transmises à l'[AIEA](#), voire aux autorités de certains pays tiers dans le cadre d'accords conclus par la France ou [Euratom](#) avec les dits pays.

Un transfert de matières nucléaires ne peut pas être effectué sans que des contrats aient été préalablement signés, des informations échangées ou des autorisations obtenues, (contrats commerciaux, licences d'exportation, notifications de transfert de matières nucléaires, déclarations douanières...).

Tout transfert de matières nucléaires effectué d'un pays vers un autre pays (appartenant ou non à l'[Union européenne](#)) implique que les matières nucléaires respectent les dispositions d'un ou plusieurs traités ou accords. Il convient de distinguer les accords signés par la [Commission européenne](#), ceux relatifs à l'application des garanties de l'[AIEA](#) et les accords bilatéraux engageant deux pays :

- l'application du règlement 302/2005 d'[Euratom](#) conduit à notifier à la [Commission européenne](#) tout transfert de matières nucléaires. Ce règlement précise en particulier les conditions des exportations ou des importations ;
- certains accords internationaux de l'[AIEA](#), publiés sous forme de circulaires d'information (INFCIRC), portent, entre autres, sur l'application de garanties lors des transferts de matières d'un pays vers un autre pays. Dans ce contexte, la France a signé des engagements qui prévoient notamment la transmission de notifications préalables aux transferts de matières nucléaires ;
- les accords intergouvernementaux signés entre la France et d'autres pays — tels que l'Australie et le Japon — encadrent une coopération nucléaire et contiennent des engagements de chaque partie.

Plusieurs entités gouvernementales sont impliquées dans la gestion des différents engagements de non-prolifération et de coopération nucléaire pris par la France au plan international. Toutefois, afin de simplifier les points d'entrée, toutes les notifications d'importations et d'exportations sont transmises au [CTE](#) et à l'[IRSN](#), qui en assurent le traitement pour le compte des exploitants et des autorités en charge.

Pour aider les exploitants français à rédiger leurs notifications de transfert de matières nucléaires, l'[IRSN](#) met à la disposition des industriels un portail internet permettant une transmission aisée des informations requises. L'[IRSN](#) a également mis au point un manuel reprenant les principales obligations réglementaires et décrivant le fonctionnement des outils permettant la transmission des notifications aux autorités françaises. Ce manuel a fait l'objet d'une large diffusion auprès des industriels concernés.

### 3.2.1.2. Autres types de déclarations

- toute personne ou entreprise qui utilise des matières nucléaires est tenue de déclarer à la Commission les « caractéristiques techniques fondamentales » des installations destinées à détenir des matières nucléaires au moins 200 jours avant la première réception de matières nucléaires dans celles-ci. Il s'agit d'informations générales sur les installations qui doivent notamment préciser l'utilisation ainsi que les méthodes de suivi et de comptabilité des matières nucléaires. Un plan-guide spécifique à chaque type d'installation (production d'énergie dans les réacteurs, activités de recherche, stockage, traitement des déchets...) est prévu dans le règlement ;
- pour chacune des installations concernées, un programme général d'activité pour l'année à venir doit être transmis annuellement à la [Commission européenne](#), par l'intermédiaire du [CTE](#), afin qu'elle planifie ses inspections. Sur ce document doivent notamment figurer la date prévue par l'exploitant pour l'inventaire annuel ainsi que la date prévue pour la vérification de l'inventaire par les inspecteurs d'[Euratom](#) ;
- pour chaque zone détenant des matières nucléaires ou ZBM (zone de bilan matière), les personnes et entreprises visées par le règlement 302/2005 doivent adresser à la Commission des rapports de variation des stocks pour toutes les matières nucléaires détenues. Dans ces rapports sont notamment indiqués l'identification des matières, les types de variation des stocks, les dates des variations des stocks et, le cas échéant, la ZBM expéditrice et la ZBM destinataire ou le destinataire. Les rapports mentionnent aussi les stocks de fin de mois et, le cas échéant, les stocks à la date d'inventaire ;
- pour chaque ZBM un « rapport de bilan matières » doit être adressé à la Commission. Ce rapport est un document élaboré après un inventaire physique, permettant le récolement entre le stock physique et le stock comptable d'une ZBM et faisant le bilan des variations de stocks comptables survenues depuis l'inventaire précédent ;
- pour chaque ZBM un état de ses stocks physiques doit être adressé à la Commission. Il s'agit d'un document élaboré par l'exploitant, établissant l'inventaire des lots de matières nucléaires de chaque ZBM ;
- les transferts de déchets conditionnés vers une installation située au sein ou en dehors des territoires des États membres doivent être déclarés à la Commission tous les ans ;
- dans des circonstances exceptionnelles (perte ou découverte de matières nucléaires), il y a lieu de faire parvenir à la Commission, par l'intermédiaire du [CTE](#), un rapport spécial. Ce rapport spécial doit être rédigé sans délai ;
- d'autres éléments d'information, non requis par le règlement ou le [traité Euratom](#), peuvent être demandés, exceptionnellement et ponctuellement, par l'[IRSN](#) aux exploitants, par exemple pour élucider une incohérence.

Les autorités françaises demandent régulièrement à l'IRSN d'analyser les informations ci-dessus énumérées avant leur transmission à la [Commission européenne](#).

### 3.2.2. Déclarations au titre du protocole additionnel

Le CTE est chargé de la réalisation de la déclaration française à destination de l'AIEA au titre du protocole additionnel. L'IRSN, dans sa fonction d'appui technique du CTE, contacte les industriels français, les informe de leurs obligations et recueille leurs déclarations. Dans cette optique, l'IRSN a préparé, à l'intention des industriels, un manuel de déclaration qui leur permet de déterminer s'ils sont concernés par le protocole additionnel et, dans l'affirmative, de rédiger leurs déclarations. Par ailleurs, un portail de déclaration internet a été développé en 2014 afin de permettre aux industriels de faire leurs déclarations en ligne.

Une déclaration annuelle est requise pour :

- les activités publiques de recherche et de développement menées en coopération avec un ENDAN ;
- les activités privées de recherche et de développement menées en coopération avec un ENDAN ;
- les coopérations envisagées avec un ENDAN dans les 10 années à venir ;
- les importations depuis un ENDAN et les exportations vers un ENDAN de déchets conditionnés de moyenne ou de haute activité ;
- les activités de fabrication d'équipements pouvant éventuellement être utilisés dans des programmes nucléaires, menées en coopération avec un ENDAN.

La déclaration annuelle permet de décrire une activité nouvelle ou de mettre à jour la description d'activités fournie lors de la déclaration initiale ou lors de la déclaration annuelle précédente (modification, pas de changement dans les activités, arrêt d'activités...).

Une déclaration trimestrielle est requise pour les exportations ou vers un ENDAN d'équipements ou de matières non nucléaires (pouvant éventuellement être utilisés dans des programmes nucléaires) intervenues durant le trimestre écoulé.

## 3.3. Processus d'inspection

### 3.3.1. Démarche générale

Toute inspection prévue par la [Commission européenne](#) ou par l'AIEA en France commence par la transmission par ces organismes d'une notification d'inspection. Lors d'une inspection de la Commission européenne ou de l'AIEA, c'est la France qui est inspectée même si l'inspection se déroule de fait sur le site d'un opérateur nucléaire français (par exemple AREVA ou EDF) (figure 30). Les inspections sont effectuées, soit par des inspecteurs européens, soit par des inspecteurs de l'AIEA qui ont fait l'objet d'une

accréditation par les autorités françaises. La suite du présent chapitre mentionne plus particulièrement la démarche retenue pour les inspections de la [Commission européenne](#), de loin les plus nombreuses en France en comparaison de celles menées par l'[AIEA](#). Ces inspections sont définies dans le [traité Euratom](#) en dehors duquel aucun document particulier ne régit les modalités d'application.

Il existe plusieurs types d'inspections :

- les inspections de routine (ou inspections systématiques). C'est le type d'inspection le plus répandu. Au cours d'une telle inspection il est principalement procédé à la vérification de la comptabilité, à des vérifications physiques et au relevé des mesures et des enregistrements automatiques depuis la dernière inspection (quand des caméras ou des enregistreurs appartenant à [Euratom](#) sont installés sur le site concerné) ;
- les vérifications d'inventaires. Elles consistent à vérifier un inventaire physique et à le comparer à la comptabilité ;
- les inspections à haute fréquence qui se déroulent dans les installations pour lesquelles les dispositions particulières de contrôle le prévoient et contenant des quantités importantes de matières fissiles spéciales ([plutonium](#) ou [uranium](#) hautement enrichi) ;
- les vérifications d'importations ou d'exportations déclarées par des notifications préalables. Elles visent essentiellement la vérification physique des déclarations d'importations et d'exportations hors de la communauté européenne de matières nucléaires ;
- les inspections spéciales en cas de perte ou de découverte accidentelle de matières nucléaires, de rapport spécial, de bris accidentel de scellés, ou en cas d'urgence ;
- les inspections inopinées (sans notification préalable à l'État membre spécifiant l'installation inspectée) ou à court préavis ; la mise en œuvre de ce type d'inspections résulte d'une volonté de la [Commission européenne](#) d'uniformiser les pratiques d'inspection dans l'ensemble de l'[Union européenne](#). Les inspections à court préavis sont associées à la mise en place de nouveaux moyens de confinement et de surveillance et visent à diminuer l'effort d'inspection de la Commission ;
- les vérifications limitées aux « caractéristiques techniques fondamentales », destinées à vérifier que les informations transmises correspondent à la réalité physique.

Depuis 2005, la Commission a introduit ce qu'elle appelle de nouvelles approches de contrôle. Au-delà des vérifications physiques et des vérifications comptables, les inspecteurs de la Commission s'intéressent désormais aux pratiques et aux systèmes d'assurance de la qualité mis en place par les exploitants, notamment dans le domaine de la comptabilité des matières nucléaires, selon une démarche de type « audit ».

Depuis le début des années 2000, et *a fortiori* depuis l'élargissement de l'[Union européenne](#) en 2005, le nombre des inspections menées par la [Commission européenne](#) en France, ainsi que leurs durées, ont baissé pour des raisons financières.

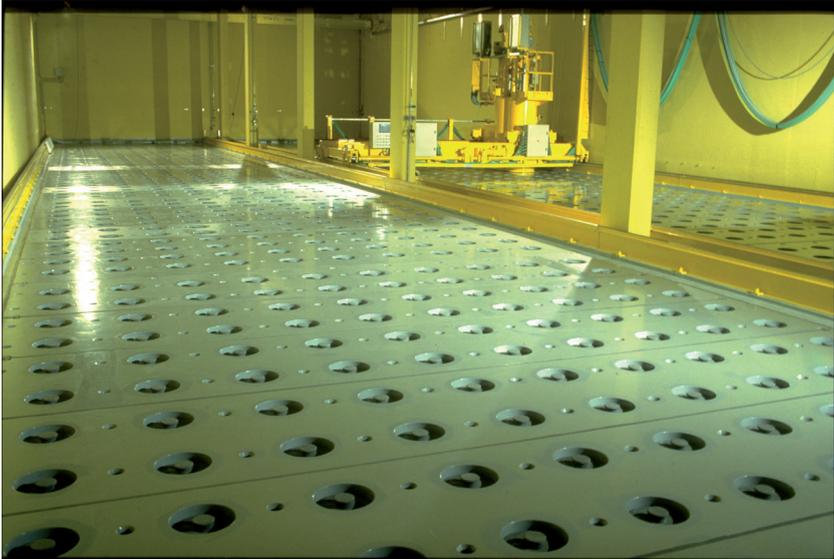


Figure 30. Bâtiment de stockage intermédiaire (BSI), de l'établissement AREVA de La Hague, Cherbourg. France. © AREVA, Philippe Lesage.

Alors que l'on comptait en France, en 2002, un effort global de vérification de plus de 2 700 hommes x jours (un homme x jour correspond à un inspecteur qui reste une journée dans une installation), l'effort n'était plus que de 1 389 hommes x jours en 2010. Depuis cette date, on observe néanmoins une stabilisation de l'effort d'inspection de la Commission européenne en France (figure 31).

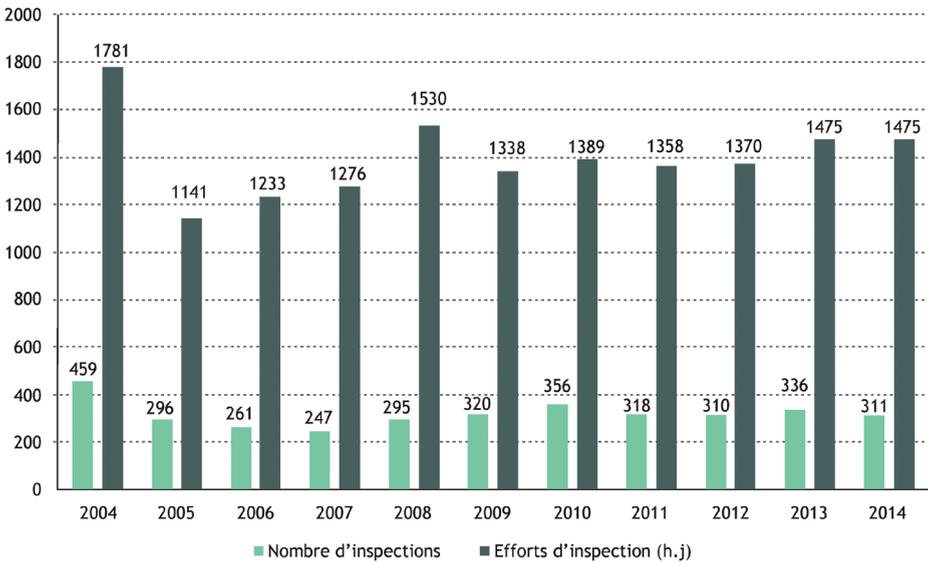


Figure 31. Histogramme des inspections réalisées en France par Euratom de 2004 à 2014.

Une inspection comporte généralement trois phases :

1. Une phase préparatoire qui concerne principalement les inspecteurs d'[Euratom](#) puisqu'il s'agit de planifier l'inspection, de collecter les informations des inspections précédentes, de définir les objectifs puis d'envoyer la notification nécessaire à l'entrée des inspecteurs sur le site.
2. Une phase *in situ*, dans l'installation, qui comprend généralement des vérifications (comptables et physiques). Selon la taille de l'installation, le type d'inspection et la sensibilité de la matière contrôlée, cette phase dure de un à 10 jours. Elle comporte des vérifications physiques, des mesures effectuées à partir de la liste d'articles en stock, et des vérifications de la comptabilité de l'installation (figure 32).
3. Une phase « post-inspection », qui permet tout d'abord à la [Commission européenne](#) de tirer des conclusions à partir des constats effectués lors de l'inspection et de transmettre ses remarques éventuelles, puis aux chargés d'affaires de l'[IRSN](#) d'effectuer avec l'opérateur les actions résultant des remarques formulées par la Commission européenne.

À l'issue de l'inspection, un compte rendu est rédigé par l'opérateur pour les autorités nationales afin que celles-ci puissent effectuer un suivi des actions d'[Euratom](#).

Sur le site, les inspecteurs peuvent être accompagnés par l'autorité française (le [CTE](#)) ou par son représentant, le plus souvent une personne de l'[IRSN](#). Il convient de noter que l'[IRSN](#) n'accompagne pas toutes les inspections ; les inspections de vérification d'inventaire annuel sont privilégiées. Cependant, en cas de difficultés prévisibles, un opérateur peut demander l'appui de l'[IRSN](#) lors d'une inspection à venir. L'accompagnateur (du [CTE](#) ou de l'[IRSN](#)) a pour mission de permettre aux inspecteurs de mener à bien leur mission de vérification tout en préservant les intérêts des opérateurs (protection des secrets de fabrication, des savoir-faire industriels...). Plus particulièrement, l'accompagnateur doit :

- assister et conseiller l'opérateur sur l'attitude à tenir lors de l'inspection et les réponses à fournir aux inspecteurs ;
- veiller au bon déroulement de l'inspection dans les installations françaises ;
- veiller à l'application des directives des autorités françaises, négociées avec les services de la Commission ;
- s'assurer que les inspecteurs ne vont pas au-delà des prérogatives figurant dans leur mandat d'inspection.

Après l'inspection, l'accompagnateur rédige un compte rendu d'accompagnement à destination du [CTE](#) et de l'opérateur.

### 3.3.2. Accès complémentaires

Les accès complémentaires sont gérés par l'[AIEA](#) conformément aux dispositions du protocole additionnel français. Ils peuvent concerner :

- cas 1 : des lieux déclarés par les exploitants au titre du protocole additionnel et pour lesquels la déclaration a été transmise à l'Agence ;
- cas 2 : tout autre lieu en France.

Ils sont motivés par la volonté de l'AIEA :

- dans le cas 1, de vérifier l'exactitude et l'exhaustivité d'une déclaration ou de résoudre une contradiction ;
- dans le cas 2, d'accroître sa capacité à détecter les activités nucléaires clandestines d'un ENDAN.

L'AIEA prévient les autorités françaises (le CTE) au minimum 24 heures à l'avance qu'un tel accès a été décidé en envoyant un préavis par télécopie. Ce document précise notamment :

- le lieu et l'objet de l'accès complémentaire ;
- l'objectif de l'accès complémentaire et les activités qui pourront être réalisées par les inspecteurs (par exemple : observations visuelles, prélèvements d'échantillons dans l'environnement, utilisation d'appareils de détection et de mesure des rayonnements, examen des relevés concernant la production et les expéditions) ;
- la date et l'heure de début de l'accès complémentaire ;
- les noms et nationalités des inspecteurs qui viendront sur le site.

Une équipe d'accompagnement dont le chef représente l'État français auprès des inspecteurs de l'Agence et de l'exploitant participe à l'accès complémentaire. Son rôle est de s'assurer du bon déroulement de l'accès complémentaire et de la conformité



**Figure 32.** Échantillons destinés au contrôle Euratom. © Communauté européenne — Direction générale de l'énergie et des transports.

des opérations de vérification aux dispositions du protocole additionnel français. Il est important de noter que la présence de l'opérateur ou de son représentant est obligatoire pendant tout l'accès complémentaire.

Dès la réception du préavis, l'IRSN analyse la conformité de la demande d'accès complémentaire aux exigences du protocole additionnel français. Le CTE (ou l'IRSN, appui technique du CTE) en informe alors l'opérateur, afin notamment de déterminer l'ensemble des formalités à effectuer pour permettre l'entrée sur le site des différents intervenants ainsi que des équipements qui seront susceptibles d'être utilisés. Ce contact avec l'opérateur permet également de préciser les modalités d'accès dans l'installation, les consignes à suivre en termes notamment de protection des informations sensibles et l'organisation du travail.

Pour réaliser les opérations de vérification, les inspecteurs utilisent leurs propres équipements. L'emploi de ces matériels doit avoir été préalablement agréé par les autorités françaises.

À la fin des activités liées à l'accès complémentaire, le chef de l'équipe d'accompagnement dresse un procès-verbal relatant le résultat des opérations de vérification, qui est signé par les représentants de l'opérateur et le chef de l'équipe d'accompagnement. Les documents consultés par les inspecteurs sont inventoriés dans une annexe du procès-verbal.

## 3.4. Organisation française

### 3.4.1. Cadre réglementaire

Les missions des instances gouvernementales impliquées dans le domaine de la non-prolifération nucléaire sont précisées par décret. De plus, une documentation dédiée précise les règles relatives aux opérations d'importation et d'exportation de matières nucléaires.

### 3.4.2. Instances gouvernementales

Le **Secrétariat général des affaires européennes (SGAE)** a été créé en 2005 ; il succède au SGCI. Sous l'autorité du Premier ministre, le SGAE instruit et prépare les positions qui seront exprimées par la France au sein des institutions de l'**Union européenne**, qui comprend **Euratom**. Un comité d'experts apporte au SGAE l'appui technique nécessaire à l'exercice de ses attributions pour les questions relatives à l'application du traité instituant la CEEA (hormis le contrôle de sécurité). Ce comité d'experts est le **Comité technique Euratom (CTE)**.

Le **Comité technique Euratom (CTE)**, placé sous l'autorité du Premier ministre, est composé d'experts du **Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives**. Il assure le suivi de la mise en œuvre des contrôles internationaux sur les matières nucléaires exercés en France par la **Commission européenne** au titre du chapitre VII du **traité Euratom** et par l'**AIEA** au titre de l'accord de garanties conclu entre la France,

l'[AIEA](#) et [Euratom](#). Il veille également à la mise en œuvre par la France du protocole additionnel à l'accord de garanties. Le [CTE](#) est également l'interlocuteur de la [Commission européenne](#) et de l'[AIEA](#) pour ces questions.

Par ailleurs, dans le cadre de la gestion patrimoniale des matières nucléaires nécessaires aux besoins de la défense, le [CTE](#) autorise les transferts de matières nucléaires entre les activités soumises au contrôle de sécurité [Euratom](#) et celles qui ne sont pas soumises à ce contrôle.

Le **Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA)** conseille le gouvernement en matière de politique internationale dans le domaine nucléaire. Le CEA suit les évolutions scientifiques, techniques et économiques en vue d'éclairer le gouvernement, notamment dans la négociation des accords internationaux.

Le **ministère des Affaires Étrangères** a notamment pour missions de concevoir la politique extérieure, sous l'autorité du gouvernement, et de conduire et coordonner les relations internationales de la France. Pour ce qui concerne les aspects liés aux vérifications internationales dans le domaine nucléaire, le ministère s'appuie sur ses représentations permanentes auprès de l'[Union européenne](#) à Bruxelles, auprès de l'organisation des [Nations unies](#) à New-York et auprès des organisations internationales à Vienne ([AIEA](#) notamment).

Le **gouverneur pour la France auprès de l'AIEA** : diplomate du [ministère des Affaires Étrangères](#) et directeur des relations internationales du [CEA](#), le gouverneur est en charge de l'ensemble du domaine de compétence de l'Agence et de l'application de certains accords multilatéraux. Il représente la France au Conseil des gouverneurs de l'[AIEA](#).

La **Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC)** du [ministère en charge de l'Énergie](#), intervient dans la définition de la politique nucléaire française. La DGEC prépare notamment les positions françaises en vue des discussions internationales ou communautaires, et participe à la négociation des accords internationaux. Elle gère les déclarations des stocks de [plutonium](#) civil et des stocks d'[uranium](#) hautement enrichi.

**Autres institutions** : d'autres ministères, notamment le [ministère de la Défense](#), interviennent dans le contrôle des matières nucléaires, plus particulièrement de celles affectées aux besoins de la défense.

### **3.4.3. Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire**

L'[IRSN](#) apporte son soutien technique à la fois aux pouvoirs publics et aux opérateurs pour la mise en œuvre, sur le territoire national, des contrôles internationaux dans le domaine de la non-prolifération. L'[IRSN](#), support technique des autorités gouvernementales, a en effet un positionnement particulier dans ce domaine dans la mesure où il conseille les opérateurs aussi bien dans la démarche de déclaration que dans le processus d'inspection. Une convention signée par l'[IRSN](#) avec le [CEA](#) et le [CTE](#) précise les missions confiées à l'Institut dans le domaine du contrôle des matières nucléaires, à savoir :

- la gestion des déclarations françaises prévues par les traités et accords ;
- la préparation, l’accompagnement et le suivi des inspections internationales. Dans ce cadre, l’IRSN doit à la fois veiller au respect des engagements internationaux de la France auprès des organismes concernés (AIEA et Euratom) et protéger les intérêts des opérateurs français (protection des informations sensibles, des secrets industriels...) ;
- l’analyse de la documentation technique due par les assujettis aux organismes internationaux de contrôle ainsi que l’assistance et le conseil aux assujettis dans le cadre de l’application des traités et accords ;
- l’analyse et le suivi des évolutions ou projets d’évolution du cadre juridique national et international ;
- la formation des industriels français ;
- la participation à certains groupes de travail internationaux.

## #FOCUS .....

### **L’IRSN, appui des opérateurs face aux organismes internationaux en charge du contrôle de non-prolifération**

En adhérant aux deux principaux régimes de non-prolifération, relatifs l’un aux armes nucléaires, l’autre aux armes chimiques (chapitre 4), la France a pris des engagements forts à l’égard de la communauté internationale et des organisations chargées de la mise en œuvre de ces traités (Agence internationale de l’énergie atomique – AIEA – et Organisation pour l’interdiction des armes chimiques – OIAC). De plus, l’appartenance de la France à l’Union européenne implique également un contrôle des industriels du nucléaire par Euratom.

Ces engagements conduisent notamment à *élaborer des déclarations* et à *recevoir des inspections* de ces organisations sur le territoire national.

Par leurs activités de contrôle, les inspecteurs de l’OIAC, de l’AIEA et d’Euratom pourraient avoir accès à des informations sensibles du point de vue :

- du secret commercial, par l’accès à des listes de produits, de clients, de tonnages de matières ;
- de la propriété industrielle, par l’accès à des plans, procédés industriels, formules chimiques ;
- de la non-prolifération, pour l’usine Georges Besse II, l’accès à certaines zones pouvant révéler des informations dont la diffusion pourrait conduire à une dissémination de la technologie d’enrichissement par centrifugation ;
- de la défense nationale, par l’accès à des installations qui, outre des activités industrielles ou de recherches civiles, conduisent également des activités pour le compte de la défense nationale.

En tant qu'appui technique des autorités françaises, l'IRSN a notamment pour rôle, lors de l'accompagnement des inspections internationales en France, de défendre les intérêts nationaux. À cet égard, l'Institut veille à limiter l'accès des inspecteurs aux informations aux seules exigences requises au titre d'un traité, d'un accord ou d'une convention internationale ou multilatérale ; ou à trouver des solutions de contournement pour permettre aux inspecteurs de s'acquitter de leur tâche sans pour autant dévoiler des informations jugées confidentielles par les industriels.

Par voie de conséquence, l'IRSN se trouve ainsi régulièrement en posture de soutien ou de conseil à l'opérateur. Faisant ainsi l'interface avec les inspecteurs, l'IRSN conseille l'opérateur sur l'interprétation et la mise en œuvre des textes applicables, lui signalant par exemple les cas où les inspecteurs pourraient sortir de leurs prérogatives ou lorsque leurs interrogations sont justifiées mais formulées de façon inadéquate (en termes de méthodes plutôt que d'objectifs). L'IRSN s'efforce en tout état de cause de faciliter la relation entre l'opérateur et les inspecteurs tout en recentrant ceux-ci sur les limites de leur mandat ou sur ses objectifs, en proposant par exemple d'autres solutions que celles initialement envisagées.

Cette posture de conseil et de support des industriels français dans les domaines chimique et nucléaire dans le contexte des inspections internationales de non-prolifération constitue une originalité certaine au sein des missions de l'IRSN, traditionnel support technique des autorités.

---



# Chapitre 4

## Non-prolifération chimique

---

### 4.1. *Rappels historiques*

Les premières « armes chimiques » ont fait leur apparition dès l'antiquité gréco-romaine, lors de différents conflits. D'abord rudimentaires (simples poisons tirés de plantes), elles ont été perfectionnées au fil des siècles — tout comme l'armement en général — et ont été de plus en plus employées, notamment lors de la guerre 1914-1918.

À la fin du XX<sup>e</sup> siècle, les États ont pris conscience de la nécessité d'interdire l'emploi des armes chimiques. Un certain nombre de conventions et de protocoles d'accord ont alors vu le jour. Le dernier acte en date et le plus important est la [Convention sur l'interdiction des armes chimiques](#) (CIAC), entrée en vigueur le 29 avril 1997.

Comme pour les autres armes de destruction massive, la communauté internationale a longtemps cherché à se prémunir contre l'utilisation militaire de produits chimiques. Le premier accord international remonte à 1675 et fut signé à Strasbourg par l'Allemagne et la France. Ce traité interdisait l'utilisation de balles empoisonnées. Dans le cadre d'un traité concernant les lois et les coutumes de la guerre, la Convention de Bruxelles interdit en 1874 l'emploi de poisons ou d'armes empoisonnées et l'emploi d'armes, de projectiles ou de matériels causant des souffrances inutiles. Cet accord a été complété en 1899 par un accord interdisant l'emploi de projectiles chargés de gaz toxique, accord signé lors d'une conférence internationale de la paix à La Haye.

Malgré ces accords, la Première Guerre mondiale fut le théâtre des premières utilisations massives d'agents chimiques sur les champs de bataille. Une prise de conscience mondiale du risque que faisaient courir ces armes, tant pour les militaires que pour les populations civiles, a conduit la communauté internationale à redoubler d'efforts pour interdire leur emploi. L'aboutissement de ces réflexions fut la signature du protocole de Genève de 1925 concernant la prohibition d'emploi à la guerre de gaz asphyxiants, toxiques ou similaires et de moyens bactériologiques.

Cependant, ce protocole présentait de véritables lacunes : les interdictions étaient limitées à l'emploi d'armes chimiques et bactériologiques. Il n'était de plus absolument pas interdit de mettre au point, de fabriquer ou de posséder de telles armes. Par ailleurs, la volonté des pays signataires d'interdire les armes chimiques n'était pas totale : de nombreux pays signèrent le protocole avec des réserves leur permettant d'utiliser des armes chimiques contre des pays n'ayant pas adhéré au protocole ou de riposter de la même manière en cas d'attaque à l'arme chimique.

L'évolution des mentalités et l'apparition de nouvelles armes de destruction massive conduisirent, en 1971, à la négociation par le Comité des 18 puissances sur le désarmement (devenu depuis la Conférence du désarmement) du texte de la Convention sur l'interdiction de la mise au point, de la fabrication et du stockage des armes bactériologiques (biologiques) ou à toxines, communément appelée la [Convention sur l'interdiction des armes biologiques](#). Ce traité interdit aux États parties de mettre au point, de fabriquer ou de posséder des armes biologiques, mais ne prévoit aucun mécanisme permettant de vérifier le respect de ces interdictions par les États parties. La convention prévoit également que les pays signataires s'engagent à négocier un traité international interdisant les armes chimiques.

En 1988, des négociations eurent lieu à Genève en vue de la signature d'un traité crédible d'élimination et d'interdiction des armes chimiques. À la Conférence de Paris en 1989, les négociations de la Conférence du désarmement furent relancées et accélérées.

En 1992, fut soumis à la Conférence du désarmement le texte de la Convention sur l'interdiction de la mise au point, de la fabrication, du stockage et de l'emploi des armes chimiques et leur destruction, plus communément appelée la [Convention sur l'interdiction des armes chimiques](#) (CIAC). Cette convention, qui inclut pour la première fois un régime de vérification, a été ouverte à la signature à Paris le 13 janvier 1993. Elle fut par la suite déposée auprès du secrétaire général de l'[Organisation des Nations unies](#), à New-York.

D'après les termes de la [Convention sur l'interdiction des armes chimiques](#), celle-ci devait entrer en vigueur le 180<sup>e</sup> jour suivant la date de dépôt du 65<sup>e</sup> instrument de ratification. Fin 1996, la Hongrie devenait le 65<sup>e</sup> pays à ratifier la convention et le 29 avril 1997, avec 87 États parties, la Convention sur l'interdiction des armes chimiques entrait en vigueur et acquérait force exécutoire en droit international. À la fin 2014, 190 États sont parties à cette convention. La figure 33 présente les grandes dates associées à la mise en œuvre de la CIAC.

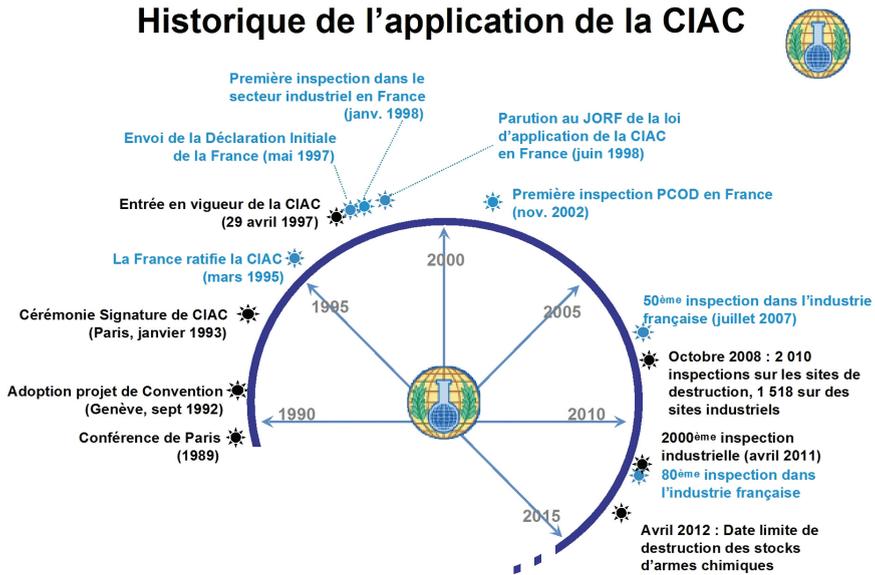


Figure 33. Principales étapes de la mise en œuvre de la Convention sur l'interdiction des armes chimiques (CIAC).

## 4.2. Contexte international

### 4.2.1. Convention sur l'interdiction des armes chimiques

La convention comprend un préambule, 24 articles et des annexes portant sur les produits chimiques, sur la vérification de la bonne application de la convention et sur la confidentialité. Elle est articulée selon trois grands thèmes :

1. l'interdiction des armes chimiques et leur destruction ;
2. la non-prolifération ;
3. l'assistance et la coopération.

#### 4.2.1.1. L'interdiction des armes chimiques et leur destruction

La convention prévoit :

- la destruction par les États parties, dans un délai de 10 ans, des armes chimiques détenues sur leur territoire ou abandonnées sur le territoire d'autres États parties ainsi que la destruction des installations destinées à leur fabrication ; ce délai peut être étendu dans des cas exceptionnels jusqu'à 15 ans ;
- l'engagement des États parties à ne pas utiliser des agents de lutte antiémeute en tant que moyen de guerre ;
- la possibilité de convertir, dans des conditions très strictes, certaines installations de fabrication d'armes chimiques en installations civiles ;

- un régime de déclaration et un régime de vérification systématique au moyen d'inspections effectuées sur place et d'équipements de surveillance de tous les emplacements où sont stockées ou détruites des armes chimiques (figures 34, 35 et 36).



Figure 34. Illustration du régime de vérification sur les armes chimiques. © OIAC.

#### 4.2.1.2. La non-prolifération

La convention stipule que :

- les États parties peuvent mettre au point, fabriquer, acquérir, conserver, transférer et utiliser des produits chimiques visés par la convention dans la mesure où les activités correspondantes sont réalisées à des fins non interdites (notamment médicales, pharmaceutiques, de recherche ou de protection) ;
- les produits chimiques toxiques et leurs précurseurs<sup>6</sup> sont classés en quatre catégories (trois tableaux et la classe complémentaire des produits chimiques organiques définis) en fonction de leur niveau de toxicité et des utilisations qui peuvent en être faites. Avoir des activités en relation avec ces produits induit la nécessité par l'État concerné de se soumettre au régime de vérification. Ce régime repose sur la déclaration, sur une base annuelle, des activités et des installations concernées par ces produits et sur des inspections plus ou moins contraignantes et intrusives en fonction de la nature des activités et des quantités de produits mises en œuvre ;

6. On entend par précurseur tout réactif chimique qui entre à un stade quelconque dans la fabrication d'un produit chimique toxique, quel que soit le procédé utilisé.

- les transferts, pour des activités commerciales, de produits chimiques des tableaux 1 et 2 à des États non parties à la CIAC (États n'ayant pas signé ou ratifié la convention) sont interdits. Les produits chimiques du tableau 3 transférés, à des fins non interdites, à des pays non parties à la CIAC ne peuvent pas être transférés une seconde fois.

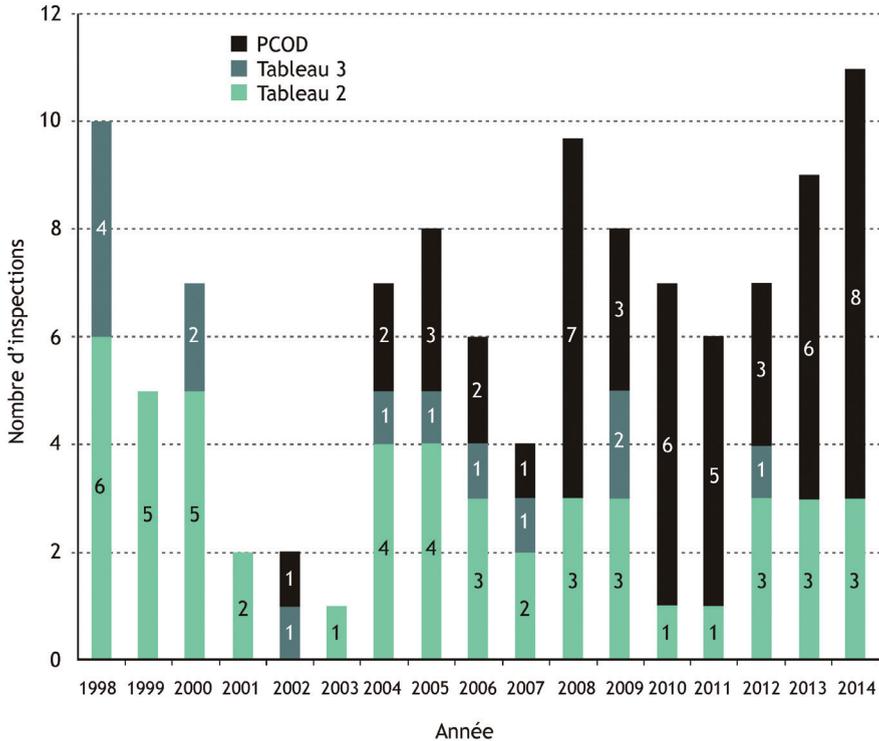


Figure 35. Histogramme des inspections réalisées en France par l'OIAC de 1998 à 2014.

En sus des mesures de vérification des installations déclarées, destinées à contrôler l'industrie et le commerce des produits chimiques, la convention dispose de différents outils pour détecter et sanctionner tout manquement au respect des dispositions du traité. Elle prévoit notamment :

- la possibilité pour un État partie de demander une inspection par mise en demeure de toute installation, ou emplacement, même non déclaré, relevant d'un autre État partie, pour lever tout doute quant au respect de la convention ;
- la possibilité de mesures coercitives à l'encontre des États parties qui ne respecteraient pas les termes de la convention et, le cas échéant, de saisines de l'Assemblée générale des Nations unies ou du Conseil de sécurité de l'ONU ;
- la possibilité de mener des enquêtes sur les allégations d'emploi d'armes chimiques ou d'agents de lutte antiémeute en tant que moyens de guerre, sur le territoire des États parties (à la demande d'un État partie).

### 4.2.1.3. L'assistance et la coopération

La convention prévoit :

- un dispositif d'assistance et de protection contre les armes chimiques ;
- des dispositions visant à promouvoir le commerce international, le développement technologique et la coopération économique dans le secteur de l'industrie chimique.

### 4.2.1.4. Tableaux de produits chimiques

Comme mentionné ci-dessus, les produits chimiques visés par la [CIAC](#) sont classés en quatre catégories suivant le risque qu'ils présentent par rapport au but et à l'objet de la convention :

- le tableau 1 concerne les armes chimiques ou les produits chimiques apparentés (principales caractéristiques : toxicité létale ou incapacitante, risque important pour l'objet et le but de la convention, peu d'applications non interdites) ;
- le tableau 2 concerne des précurseurs de produits du tableau 1 (principales caractéristiques : toxicité létale ou incapacitante, risque sérieux pour l'objet ou le but de la convention, fabrication industrielle en quantité limitée) ;
- le tableau 3 concerne des armes chimiques ayant existé dans le passé ou des précurseurs de produits des tableaux 1 et 2 (principales caractéristiques : toxicité



**Figure 36.** Inspection par l'OIAC d'un dépôt de produits chimiques aux USA dans le cadre de la Convention sur l'interdiction des armes chimiques. © DTRA/SCC-WMD.

létale ou incapacitante, risque moindre pour l'objet ou le but de la convention, fabrication industrielle en grandes quantités) ;

- le tableau 4 concerne des produits chimiques organiques définis (dénommés PCOD), c'est-à-dire des produits chimiques carbonés non-inscrits dans les tableaux 1, 2 et 3.

#### 4.2.2. Organisation pour l'interdiction des armes chimiques

L'Organisation pour l'interdiction des armes chimiques (OIAC) est l'organisme chargé de la mise en œuvre de la [Convention sur l'interdiction des armes chimiques](#). L'OIAC a pour mandat « [...] de réaliser l'objet et le but de la [...] Convention, de veiller à l'application de ses dispositions, y compris celles qui ont trait à la vérification internationale du respect de l'instrument, et de ménager un cadre dans lequel [les États parties] puissent se consulter et coopérer entre eux ». Le siège de l'organisation est à La Haye aux Pays-Bas (figure 37).



Figure 37. Le siège de l'Organisation pour l'interdiction des armes chimiques (OIAC), La Haye, Pays-Bas. © OIAC.

L'OIAC comporte trois organes principaux :

- **la Conférence des États parties.** Il s'agit de l'organe principal de l'organisation. C'est lors des réunions annuelles de la Conférence que sont prises les décisions majeures concernant la mise en œuvre de la convention. Comme son nom l'indique, la Conférence regroupe tous les États membres de la [CIAC](#). Le président de la Conférence est désigné par les représentants des États parties ;
- **le conseil exécutif.** Le conseil exécutif de l'organisation prend les décisions nécessaires au fonctionnement de l'OIAC. Il est composé de 41 membres de la [CIAC](#) élus pour deux ans par la conférence suivant un principe de rotation au sein de six groupes géographiques avec prise en compte de l'importance de l'industrie chimique et des intérêts politiques et de sécurité de chaque État membre.

Le conseil exécutif se réunit quatre fois par an et son président est désigné par les membres du conseil ;

- **le secrétariat technique.** Disposant d'un effectif d'environ 500 personnes, il assiste la Conférence et le conseil. Il a pour mission l'application de la [CIAC](#) dans les domaines de la vérification (environ 180 inspecteurs), de la coopération internationale, de la protection et de l'assistance. De plus, il aide les États parties à appliquer la convention à l'échelle nationale. Le secrétariat technique est dirigé par un directeur général nommé par la Conférence sur recommandation du conseil.

Le conseil exécutif et la Conférence des États parties constituent les instances de décision. Leur rôle principal est de décider des questions de politique générale et de régler les différends entre les États parties portant sur des questions techniques ou sur l'interprétation de la convention. Le secrétariat technique est, quant à lui, chargé de la gestion quotidienne et de la mise en œuvre de la convention, notamment des inspections. Afin d'assister les trois organes principaux, la convention a mis en place trois organes auxiliaires :

- **le conseil scientifique consultatif.** C'est un groupe d'experts indépendants chargés d'évaluer les innovations scientifiques et techniques pertinentes dans le domaine de la chimie et d'en rendre compte au directeur général. Il dispense également des avis d'experts sur toute proposition de modification des tableaux de produits chimiques et tout autre avis qui se révélerait nécessaire, notamment sur des questions telles que les pratiques de la vérification ;
- **l'organe consultatif sur les questions administratives et financières.** Cet organe se réunit régulièrement pour conseiller le secrétariat technique et les États parties sur des questions liées aux budgets et aux programmes de l'[OIAC](#). Il examine les projets de budget que le secrétariat technique établit, avant leur présentation au conseil et à la Conférence pour approbation ;
- **la commission de la confidentialité.** Elle a pour principale fonction de régler les litiges éventuels entre les États parties et l'[OIAC](#) en matière de confidentialité.

Début 2015, 190 États ont ratifié la convention, deux États l'ont signée mais ne l'ont pas ratifiée et quatre États demeurent encore en dehors de la convention.

## 4.3. Organisation française

### 4.3.1. Cadre réglementaire

Les articles L. 2342-1 et suivants et D. 2342-1 et suivants du [code de la défense](#) traitent respectivement des aspects législatifs et réglementaires relatifs à l'application de la convention du 13 janvier 1993 sur l'interdiction de la mise au point, de la fabrication, du stockage et de l'emploi des armes chimiques et sur leur destruction. Des arrêtés explicitent les modalités d'application de ces textes dans des domaines tels que l'élaboration des déclarations, la réalisation des inspections, les conditions de prélèvement d'échantillons...

### 4.3.2. *Instances gouvernementales*

Le **Comité interministériel pour l'application de la Convention pour l'interdiction des armes chimiques** (le CICIAC) réunit, sous la présidence du Premier ministre ou de son représentant, les ministres de la Justice, de l'Intérieur, des Affaires étrangères, de la Défense, ainsi que les ministres chargés de la Recherche, de l'Industrie, de l'Agriculture, de l'Environnement, de l'Outre-mer, de la Santé, des Douanes ou leurs représentants.

Sa principale fonction est de suivre la mise en œuvre de la convention, de proposer des mesures susceptibles d'améliorer son application et de participer à l'élaboration des positions françaises auprès de l'organisation.

Le **ministre des Affaires étrangères** est l'autorité nationale, au sens de l'article VII-4 de la convention. Il assure notamment la liaison avec l'OIAC et les autres États parties, tient à jour les listes d'inspecteurs de l'OIAC susceptibles de venir inspecter des installations en France, transmet les déclarations nationales à l'OIAC, accuse réception des notifications d'inspections et les transmet sans délai aux ministres concernés.

Au sein de l'**ambassade de France aux Pays-Bas** se trouve la représentation permanente de la France auprès de l'OIAC. Cette représentation est chargée de communiquer à l'OIAC les positions officielles de la France au sujet de l'application de la CIAC et d'effectuer toute autre démarche à la demande de l'autorité nationale telle que la remise des déclarations...

Le **ministre de la Défense** est responsable de l'application de la convention dans les sites placés sous son autorité. Il préserve les intérêts de la défense dans les sites où ont été ou sont exécutés des activités de défense et, en particulier, des marchés classifiés au titre de la défense nationale.

Le **ministre de l'Intérieur** est responsable de la collecte, du transport et des entreposages intermédiaires des munitions chimiques anciennes. Dans l'attente de la mise en service du site de démantèlement et de destruction de ces munitions, il est responsable de l'entreposage des munitions chimiques existantes et de celles qui seront collectées. Le ministre de l'Intérieur est également responsable des déclarations relatives aux agents antiémeute qu'il détient, aux munitions chimiques anciennes et à leurs installations d'entreposage.

Le **ministre chargé de l'Industrie** est responsable de l'application de la convention dans l'ensemble des installations civiles sous réserve des compétences confiées par les articles D. 2342-95 à D. 2342-102 du **code de la défense** aux ministres des Affaires étrangères, de la Défense, de l'Intérieur, de l'Outre-mer, des Collectivités territoriales, de l'Immigration et des Douanes. À ce titre, il :

- assure le contrôle et la police administrative de l'application de la convention ;
- tient à jour la liste des installations soumises à déclaration et à vérification internationale ;
- conseille les organisations soumises aux obligations de la convention ;

- collecte, met en forme et adresse au ministre des Affaires étrangères les déclarations prévues au titre de la convention ;
- organise et assure l'accompagnement des inspecteurs lors des vérifications internationales.

Il s'appuie sur l'[Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire](#) pour réaliser l'ensemble des tâches techniques qui lui incombent.

Le **Haut fonctionnaire de défense et de sécurité** du [ministère chargé de l'Industrie](#) a pour mission de faire appliquer au plan national les textes d'application de la convention dans tous les secteurs relatifs aux activités civiles. Il dispose pour ce faire d'un service dédié.

Le **ministre chargé des Douanes** est responsable de la mise en œuvre des dispositions de la convention relatives aux importations et aux exportations. Un bureau spécialisé y est en charge de la réglementation douanière applicable aux biens dits à double usage (c'est-à-dire ceux pouvant avoir des applications civiles et des applications militaires).

### 4.3.3. *Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire*

L'[IRSN](#) est l'appui technique du [ministère chargé de l'Industrie](#) sur les questions industrielles liées à l'application de la [CIAC](#). Dans le cadre d'une convention passée avec ce ministère, l'institut s'est vu confier les missions suivantes :

- **le conseil et l'assistance** : l'[IRSN](#) informe et conseille les représentants des établissements concernés par l'application de la convention (conseils pour la rédaction des déclarations, la préparation des inspections...). L'[IRSN](#) assiste les autorités en participant dans son domaine de compétence aux différents groupes de travail ou d'experts internationaux organisés par l'[OIAC](#). L'[IRSN](#) participe, à la demande du [ministère chargé de l'Industrie](#), aux réunions interministérielles chargées d'élaborer les instructions données aux représentants français à la conférence des États parties et au conseil exécutif de l'[OIAC](#). Enfin, l'[IRSN](#) organise des formations sur la [CIAC](#) et sa mise en œuvre destinées aux industriels et aux chargés de mission au sein des ministères concernés ;
- **l'analyse de documents** : l'[IRSN](#) procède à l'analyse de tous les dossiers, documents nationaux et internationaux adressés au [ministère chargé de l'Industrie](#) dans le cadre de la [CIAC](#) et des textes nationaux d'application ;
- **la gestion des obligations** : l'[IRSN](#) reçoit directement des établissements concernés par l'application de la convention l'ensemble des documents et déclarations contenant les informations destinées à l'[OIAC](#) et procède à l'analyse, au contrôle et au traitement de ces déclarations. L'[IRSN](#) transmet à l'autorité nationale les déclarations dues à l'[OIAC](#), élaborées à partir des déclarations élémentaires reçues des établissements, ainsi que les données agrégées résultant de leur traitement. L'[IRSN](#) établit et tient à jour la liste des établissements concernés par l'application de la convention ;
- **le suivi des inspections** : l'[IRSN](#) prépare les inspections menées par l'[OIAC](#) dans les établissements relevant du domaine de compétence du [ministère chargé de](#)

**l'Industrie** et assure un système d'astreinte du personnel afin d'être en mesure de répondre dans les délais prévus aux demandes d'inspection. Il suit les inspections sur le territoire français en assurant la logistique de ces inspections (accueil des inspecteurs, contrôle des matériels susceptibles d'être utilisés durant l'inspection, transferts sur les sites...) ainsi que l'accompagnement de toutes les inspections menées par **l'OIAC** dans les installations précitées. Il suit les actions « après-inspection », le cas échéant. En cas d'inspection par mise en demeure, démarche non encore mise en œuvre à ce jour, **l'IRSN** ferait partie des équipes d'accompagnement conformément à l'organisation définie par une circulaire interministérielle en date du 26 septembre 2012.

## #FOCUS .....

### Les armes chimiques dans l'histoire

#### Antiquité gréco-romaine

- puits empoisonnés à l'ergot de seigle (Assyriens et Perses, VI<sup>e</sup> et IV<sup>e</sup> siècles av. J.C.) ;
- racines d'ellébore dans le fleuve Pleikos (Solon, 600 av. J.C.) ;
- engins incendiaires et gaz sulfureux poussés par le vent sur des cités assiégées (ex : Démosthène à Sphactérie contre les Spartiates – guerre du Péloponnèse, 428-424 av. J.C.) ;
- fumées suffocantes et cendres caustiques soulevées par les cavaliers romains (siège d'Ambrasie, 187 av. J.C.) ;
- « feu grégeois » : fumées toxiques à base de pâte incendiaire inventées par le grec Kallinikos (673). Le « feu grégeois » restera pendant cinq siècles l'arme secrète de Byzance contre les Turcs. Plus tard, ceux-ci se l'approprièrent pour conquérir l'Empire grec (XIV<sup>e</sup> siècle).

#### Moyen-âge et Renaissance

- vapeurs toxiques et somnifères (Hassan Abrammah, fin du XI<sup>e</sup> siècle) ;
- barriques de chaux vive aveuglante catapultées par la flotte anglaise sur des vaisseaux français (milieu du XIII<sup>e</sup> siècle) ;
- bombes, grenades ou chiffons enflammés à l'arsenic (par les défenseurs de Belgrade contre les Turcs en 1456, fabrique d'armes de Berlin en 1457) ;
- flèches empoisonnées par du curare (les Indiens d'Amazonie en utiliseront jusqu'au XX<sup>e</sup> siècle), de la batrachotoxine de grenouille (à Hawaï), de l'aconitine (par les Maures en Espagne en 1483) ;
- engins divers à base de soufre, de mercure, de térébenthine et même de nitrates et autres « *stratagemae* » cités dans de nombreux traités militaires. Ils ne furent utilisés que pour des objectifs restreints ;

- boulets agglomérés « empoisonnant » les assaillants du haut des murailles (XV<sup>e</sup> siècle) ;
- « pots puants » et bombes toxiques, utilisés en grande quantité, par les Impériaux (guerre de Trente ans, 1635-1648).

## XVIII<sup>e</sup> siècle

Fabrication d'engins plus perfectionnés à l'arsenic, à l'orpiment, au plomb, à la céruse, au minium, au vert-de-gris, à l'antimoine avec adjonction de belladone, d'euphorbe, d'ellébore, d'aconit, de noix vomique et de venins (!) (cités par l'auteur militaire allemand Flemming, 1726). On ignore s'ils furent utilisés.

## XIX<sup>e</sup> siècle

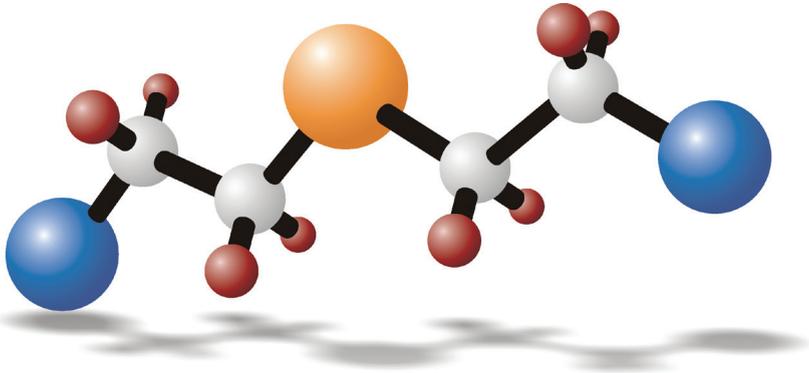
Des projets non réalisés du fait de la priorité donnée à la balistique et au canon et du discrédit attaché aux armes « empoisonnées » :

- plan anglais pour enfumer mortellement la garnison russe de Sébastopol avec 500 t de soufre et 200 t de coke (guerre de Crimée, 1854-1855) ; non exécuté, pas plus que l'emploi prévu de bombes à la liqueur de « Cadet de Gassicourt » ;
- mise au point d'obus au chlore contre les Sudistes (États-Unis – guerre de Sécession, 1861-1865) ; le projet fut rejeté.

## Époque contemporaine : la Grande Guerre (1914-1918)

- 22 avril 1915 : près d'Ypres, 6 000 conteneurs (30 000 selon certains auteurs) contenant 180 tonnes de chlore ont été répandus par deux bataillons sur six kilomètres de front. Poussé par le vent, le nuage de gaz cause la mort de 5 000 soldats et en met 1 500 hors de combat, provoquant une intense panique ;
- 31 mai 1915 : de nouvelles attaques plus meurtrières sont réalisées avec un mélange de chlore et de phosgène sur le front russe : 12 km sur la Bsura-Rumka. On dénombre 9 000 victimes, dont 6 000 morts, à la suite de l'utilisation de 12 000 bouteilles de gaz ;
- juillet 1915 : 100 000 obus « T » (bromure de benzyle) sont tirés au canon de 155 en Argonne ;
- mars 1916 à Verdun : emploi d'obus de 75 contenant du phosgène à effet mortel foudroyant ;
- juillet 1916 pour l'offensive de la Somme : emploi d'obus à l'acide cyanhydrique ;
- mars 1917 : épandage de phosgène par avion provoquant d'importantes concentrations mortelles de phosgène ;
- juillet 1917 : la guerre chimique atteint son paroxysme avec l'ypérite ou « gaz moutarde » (sulfure d'éthyle dichloré, [figure 38]) dans la région d'Ypres – d'où son nom. Son action toxique n'est pas que respiratoire. C'est un vésicant persistant et insidieux, provoquant des brûlures intolérables. L'effet psychologique est désastreux. 9 500 t de ce gaz sont fabriquées ;

- septembre 1917 : première utilisation des « Clarks » à base d'arsines, produits vomitifs et nauséux que les filtres des masques ne peuvent pas arrêter ;
- 1918 : utilisation massive d'obus à gaz agressifs par les belligérants ; au cours des attaques, 25 % environ des projectiles utilisés de part et d'autre sont des obus chimiques.



**Figure 38.** Formule chimique de l'ypérite  $C_4H_8Cl_2S$  (gaz moutarde).

## Bilan

Les pertes totales dues aux gaz de combat – surtout l'ypérite – bien que réduites considérablement grâce aux perfectionnements apportés aux masques et autres moyens de protection immédiate, ont été de 1 300 000 hommes (dont près de 100 000 morts au combat), alors que les pertes par les autres armes sont évaluées à 26 700 000 hommes (dont 6 800 000 morts au combat). Les survivants eux-mêmes, atteints de lésions plus ou moins graves consécutives à l'emploi des gaz, furent bien souvent victimes ultérieurement de maladies infectieuses mortelles. Les estimations, dans ce domaine, apparaissent bien inférieures aux pertes réelles.

Il est à noter que ce furent les troupes russes qui subirent les pertes les plus lourdes dues aux gaz avec 11 % de décès dus aux gaz, la moyenne sur l'ensemble des belligérants étant de 7 %.

## L'entre-deux guerres

- 1920 : en Russie, utilisation d'armes chimiques pendant la guerre civile ;
- 1925 (année du Protocole de Genève) : utilisation d'ypérite pendant la guerre du Rif ;
- 1935-1936 : emploi massif d'ypérite contre les guerriers abyssins, contribuant à l'écrasement de l'Éthiopie ;
- à partir de 1937 et jusqu'en 1941, le Japon, gros producteur d'ypérite et d'arsines dans l'île d'Okino-Shima, fait usage de toxiques contre la Chine, notamment

lors de l'attaque d'Yichang (ypérite et lewisite ; ces produits cesseront d'être utilisés par la suite en raison de la découverte de l'antidote B.A.L.).

## La Seconde Guerre mondiale

Sauf en Extrême-Orient, quasiment aucune arme chimique n'a été employée par les belligérants, en raison :

- du caractère nouveau des campagnes menées : « Blitz Krieg », guerres de mouvement d'abord à l'instigation des forces de l'Axe, puis par les alliés qui ont disposé très vite de la suprématie aérienne ;
- de l'effet dissuasif des moyens dont prétendaient disposer les alliés dans ce domaine face à ceux de l'Allemagne, notamment stockage et production massive de nouveaux toxiques – gaz tabun et sarin entre autres, des efforts similaires étant réalisés par les russes, même durant l'avance des troupes hitlériennes jusqu'à Stalingrad (1942).

Il n'est pourtant pas certain qu'il y ait eu un réel « équilibre » dans les potentiels d'armes chimiques des uns et des autres.

## L'après-guerre

Dans les années 50, marquées par la « guerre froide », un tournant décisif est amorcé : les États-Unis et les forces de l'OTAN d'une part, l'URSS et ses satellites du pacte de Varsovie d'autre part, ont rivalisé dans la recherche et la production massive d'armements chimiques de plus en plus sophistiqués et efficaces :

- entre 1963 et 1968 : l'Égypte utilise de l'ypérite au Yémen, les États-Unis de la dioxine au Vietnam ;
- en 1973, pendant la guerre du Kippour, les Israéliens interceptent divers matériels soviétiques révélant des capacités nouvelles de l'URSS à mener une guerre chimique ;
- cette orientation sera confirmée lors de la guerre d'Afghanistan (1979-1983), qui a offert aux russes un champ d'expérimentation de nouveaux produits chimiques difficilement décelables ;
- de 1975 à 1983, le Vietnam a utilisé une grande quantité de toxiques et de toxines contre les rebelles laotiens, surtout au Cambodge (rapport Haig) ;
- de 1982 à 1988, l'Irak a utilisé des armes chimiques en diverses occasions :
  - a. guerre Iran-Irak : l'Irak a utilisé l'ypérite, le cyanure et le gaz tabun contre les troupes iraniennes qui ont subis de lourdes pertes (10 000 blessés graves, nombre de morts inconnu). L'affaire d'Hallabjah (1988), « simple » opération de maintien de l'ordre, a conduit à la mort de 5 000 manifestants ;
  - b. la guerre du golfe (1990), « événement majeur de l'histoire de la guerre chimique » constitue le point culminant de la menace qu'a fait peser sur la communauté internationale l'arsenal chimique dont disposait alors Saddam Hussein, mettant l'Irak au troisième rang mondial avec près de 50 000 obus et bombes à l'ypérite, au gaz sarin et sarin cyclohexylique ;

- c. de même, contre les Kurdes et les Chiites du Sud, il ne fait plus aucun doute que du gaz tabun et de l'ypérite ont été utilisés massivement, faisant des milliers de morts ;
- de décembre 1987 à décembre 1990, les États-Unis, après 19 ans d'interruption, ont repris la production d'armes chimiques pour rattraper leur retard face aux Russes.

### **Quelques accidents... et incidents**

- 1968 : USA, un chasseur Phantom parti de la base de Dugway (Utah) pulvérise par erreur du VX ; 6 000 moutons sont tués ;
  - 1969 : Belgique, fuite d'un ou deux barils d'ypérite au large des côtes ; phoques et poissons tués, quelques pêcheurs et enfants (sur les plages) ont été brûlés ;
  - 1972 : à Fort Greely (Alaska), 50 rennes ont été tués par du gaz sarin (200 cartouches ont été entreposées sur le lac gelé en 1966 et englouties lors de la fonte) ;
  - 1979 : près de Hambourg (Allemagne), un enfant a été tué par du gaz tabun (stock de cartouches) ;
  - 1990 : en Lybie, dans le désert à Tarhunah (à 65 km de Tripoli), l'usine de Rabta, considérée comme la plus importante usine d'armes chimiques au monde, a été détruite par un incendie mystérieux ;
  - 1995 : une attaque terroriste au gaz sarin dans le métro de Tokyo a fait des dizaines de victimes (huit morts) ;
  - 2007 : des attentats chimiques à base de chlore ont été perpétrés sur le territoire irakien contre la population.
-

