

Chapitre 3

La dimension internationale – La dimension sociétale

3.1. La dimension internationale

3.1.1. Introduction

Il ne saurait être question ici de développer tous les volets de la sûreté nucléaire (et de la radioprotection) au plan international. Ce chapitre ne présente que quelques aspects marquants, préférentiellement en rapport avec la sûreté des réacteurs de puissance. Pour ce qui concerne les aspects internationaux en matière de sécurité – au sens de la protection contre les actes de malveillance – et de non-prolifération, le lecteur pourra se reporter à l'ouvrage de l'IRSN consacré à ces sujets⁹⁶.

Toutefois, avant de développer ces quelques aspects marquants, un rappel historique apparaît nécessaire.

Les premiers programmes de recherche et de développement nucléaires ont été menés dans différents pays de manière autarcique, couplant éventuellement la recherche d'une production d'électricité d'origine nucléaire à des développements tournés vers des applications militaires. La confidentialité était alors de règle pour des raisons stratégiques, politiques et commerciales.

96. « Éléments de sécurité et de non-prolifération », J. Jalouneix, Collection sciences et techniques, IRSN/EDP Sciences, 2015.

L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) a été créée en 1957 par l'Organisation des nations unies, avec pour objectif premier de promouvoir l'utilisation de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques et d'assister les « États membres » dans ce domaine en veillant à ce que cette assistance ne soit pas détournée à des fins militaires. C'est dans le contexte d'une pression des États-Unis qui poussaient à imposer ses règlements et ses pratiques, et donc son industrie électronucléaire, que de longues discussions présidèrent à la définition de la structure organisationnelle de l'AIEA pour apporter des garanties de développements équilibrés. Cela ne réduisit en rien l'apport majeur des États-Unis, pour les pays qui prenaient la décision de construire des réacteurs électronucléaires, dans le traitement technique d'un certain nombre de questions de sûreté nucléaire, comme il sera vu à plusieurs reprises dans la suite du présent ouvrage.

Pour ce qui concerne la sûreté, l'AIEA a commencé en 1974 à développer un ensemble de documents appelés normes – désignés aussi par le terme anglais *standards* – en matière de conception et d'exploitation de centrales nucléaires à neutrons thermiques. Elle a progressivement mis en place pour cela toute une structure organisationnelle à laquelle vont participer des représentants des concepteurs, des exploitants et des organismes de sûreté.

Début 2019, l'AIEA comptait 171 États membres.

En 1958 a par ailleurs été créée l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN), au sein de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE)⁹⁷, dans le but d'aider les « pays membres » de l'OCDE à maintenir et à approfondir les bases scientifiques, technologiques et juridiques indispensables à une utilisation sûre, pacifique et respectueuse de l'environnement de l'énergie nucléaire. Au sein de l'AEN, a notamment été constitué un Committee on the Safety of Nuclear Installations (CSNI) pour traiter d'aspects relatifs à l'expertise et à la recherche en matière de sûreté.

Comme cela sera vu au chapitre 32, l'accident qui a affecté en 1979 le réacteur n° 2 de la centrale de Three Mile Island a, entre autres, entraîné un élargissement considérable de la réflexion sur l'analyse des incidents et montré tout l'intérêt de rechercher, parmi ces incidents, des précurseurs d'accidents plus graves. À la suite de cet accident, l'AEN a décidé de mettre en place un système de collecte, d'analyse et de diffusion d'informations entre ses membres sur les incidents particulièrement significatifs affectant leurs installations nucléaires. Ce système a, depuis, été étendu dans le cadre de l'AIEA à l'ensemble des pays nucléarisés du monde qui souhaitent y participer.

Par ailleurs, des échanges plus détaillés en matière de sûreté se sont développés progressivement entre les pays, soit dans le cadre de relations bilatérales, soit dans un cadre plus large.

C'est ainsi que, dès 1972, la France a établi des relations avec les organismes de sûreté allemands, certaines centrales nucléaires de chacun des deux pays se trouvant à une faible distance de la frontière avec l'autre pays.

97. L'OCDE regroupe maintenant l'ensemble des pays de l'Europe occidentale, et, notamment, les États-Unis, le Canada, l'Australie, la Corée du sud et le Japon.

Des relations bilatérales ou multilatérales se sont aussi développées pour mener des études et des recherches dans le domaine de la sûreté; celles qui concernent plus particulièrement les réacteurs à eau sous pression sont notamment présentées dans un ouvrage dédié de l'IRSN⁹⁸.

À partir du milieu des années 1980, l'AIEA a commencé à élargir ses activités en matière de sûreté nucléaire en proposant, notamment aux pays en voie de développement nucléaire, des services plus proches des installations, avec la constitution, «à la demande», d'équipes internationales allant, à l'invitation d'un État membre, examiner directement comment la sûreté est effectivement assurée en exploitation sur le site retenu par cet État. Il s'est agi d'abord des services OSART (Operational Safety Review Team⁹⁹) qui s'intéressent à l'ensemble des composantes de la sûreté en exploitation d'une installation, puis des services ASSET (Assessment of Safety Significant Event Team¹⁰⁰), tournés vers l'analyse d'incidents. D'autres services ont été développés ensuite, qui seront évoqués plus loin. Ces services ne constituent pas des inspections; ils sont l'occasion de discussions avec des pairs qui permettent de mettre en exergue des pratiques satisfaisantes et des recommandations d'améliorations. Les rapports sont envoyés aux pays concernés, qui peuvent rendre publics ces rapports.

La catastrophe de Tchernobyl en 1986 a conduit à de vives interrogations sur la sûreté des installations nucléaires des pays de l'ancienne Union soviétique. Les évolutions politiques de ces pays ont permis, dans les années 1990, des visites d'installations qui ont conduit à mieux cerner les forces et les faiblesses de ces installations, puis à la mise en place de programmes d'aide et de transfert de méthodes ou de technologies venant des pays occidentaux.

À la suite de la conférence internationale «Sûreté de l'énergie nucléaire – Stratégie pour le futur» tenue en 1991 à l'AIEA à Vienne (Autriche), une Convention internationale a été mise au point et adoptée au mois de juin 1994. Cette Convention ne pouvait entrer en vigueur qu'après avoir été ratifiée par un nombre fixé d'États membres. Près de 80 États ont signé cette Convention; elle est d'application effective en France depuis sa ratification par le Parlement, le 26 juin 1995. Le mécanisme de cette Convention vise à faire en sorte que les différents États membres de l'AIEA assument bien leurs responsabilités en matière de sûreté. La surveillance est assurée par une Conférence des Parties (à la Convention) qui se réunit régulièrement pour examiner les rapports fournis par les différents États dans le cadre de cette Convention; la disposition contraignante de la Convention est que chaque pays explicite comment il applique les articles de cette Convention.

À partir de la fin des années 1990, la collaboration entre pays a connu un nouvel essor dans un cadre européen (parfois élargi), entre autorités de sûreté (ENSREG¹⁰¹, WENRA), et entre organismes techniques de sûreté (Technical Safety Organizations – TSO)

98. «État des recherches dans le domaine de la sûreté des réacteurs à eau sous pression», J. Couturier & M. Schwarz, Collection sciences et techniques, IRSN/EDP Sciences, 2017.

99. Équipe opérationnelle de revue de sûreté.

100. Équipe d'évaluation d'un événement significatif de sûreté.

101. European Nuclear Safety Regulators Group (Groupe consultatif d'experts indépendants).

avec le forum EUROSAFE et le réseau ETSO (ces différentes entités seront développées plus loin).

Bien sûr, ces développements internationaux ne réduisent en rien, au contraire, les responsabilités des exploitants et des organismes de sûreté nationaux.

Les activités de l'association d'exploitants WANO, créée après l'accident de Tchernobyl et qui rassemble les exploitants de réacteurs de puissance du monde, seront succinctement présentées plus loin. En revanche, ne seront pas abordées les activités de l'INPO (Institute of Nuclear Power Operations¹⁰²) et de groupements plus larges de producteurs et distributeurs d'électricité tels que UNIPED¹⁰³ ou EURELECTRIC. Ces organisations se préoccupent, bien sûr, de la disponibilité des installations et de production mais aussi, très largement, de sûreté, et assurent des fonctions d'assistance mutuelle entre exploitants.

3.1.2. Normes de l'AIEA

Pour promouvoir l'utilisation dans de bonnes conditions de sûreté de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques, l'AIEA a entrepris à partir de 1974 la rédaction de toute une série de documents de sûreté pour ses besoins de coopération technique et pour servir de référence à l'échelle mondiale.

Le statut juridique de l'AIEA ne lui permet pas d'imposer l'application de ces textes (sauf en contrepartie de son assistance). Ce serait d'ailleurs contraire à la responsabilité première des États, principe fondamental en matière de sûreté.

Les documents publiés par l'AIEA s'articulent selon une structure qui a évolué au cours du temps. La structure actuelle, présentée ci-après (voir la figure 3.1), est pyramidale.

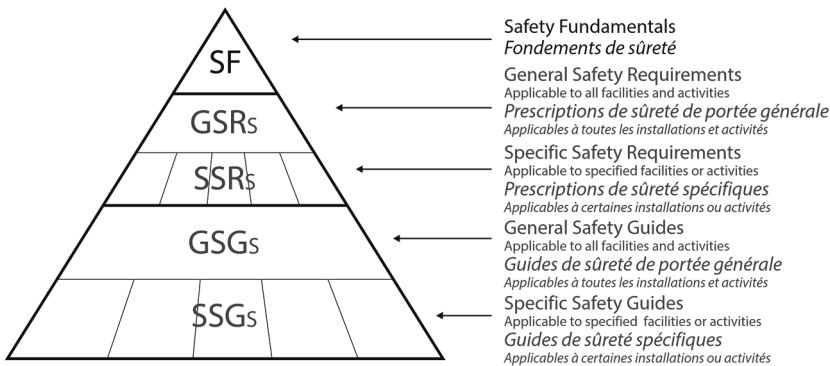


Figure 3.1. Architecture des normes de sûreté de l'AIEA (*Safety Standards Series*). IRSN (source AIEA).

102. Institut pour l'exploitation de l'énergie nucléaire.

103. International Union of Producers and Distributors of Electrical Energy (Union internationale des producteurs et distributeurs d'énergie électrique).

Le texte « chapeau »¹⁰⁴ présente les fondements de la sûreté (*Safety Fundamentals*) sous la forme d'un objectif général et de principes de protection et de sûreté qui constituent la base des prescriptions de sûreté (*Safety Requirements*). Celles-ci, au second niveau de la pyramide, visent la protection des personnes et de l'environnement. Les *Safety Fundamentals* et les *Safety Requirements* traduisent un consensus international. Au bas de la pyramide, les guides de sûreté formulent des recommandations, ou préconisations, et des orientations. Prescriptions et guides (voir la figure 3.2) peuvent être de portée générale – série des *General Safety Requirements/Guides* –, ou spécifiques à certaines installations – série des *Specific Safety Requirements/Guides*.

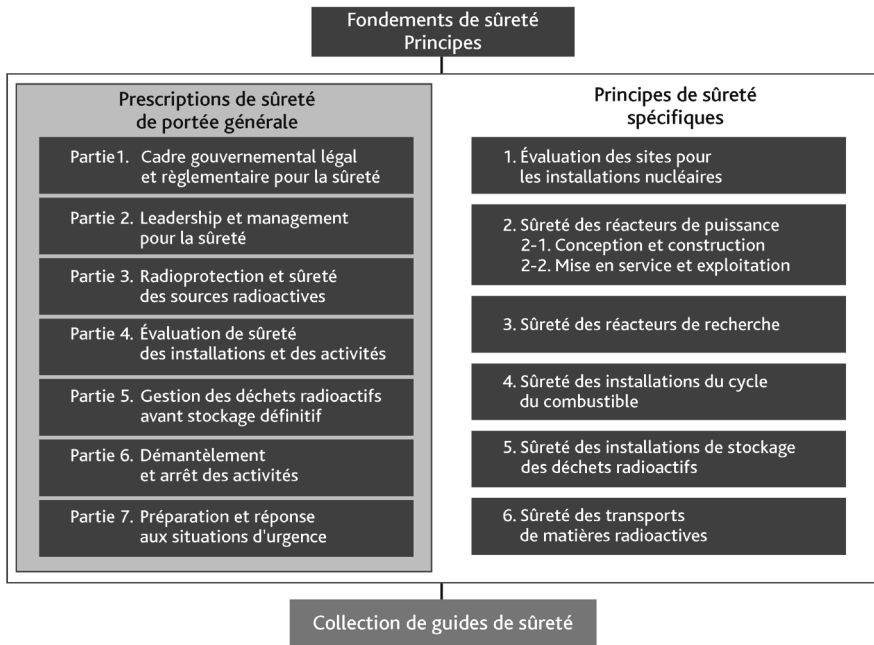


Figure 3.2. Présentation synthétique des fondements, des prescriptions et des guides de l'AIEA. AIEA.

Les différences de conception des installations développées par les divers constructeurs mondiaux n'ont pas simplifié la rédaction de ces documents. Il était en effet important que les textes publiés sous les auspices d'une organisation internationale ne soient pas, de fait, la simple description de solutions adoptées pour un type spécifique d'installation ou dans un pays particulier. Une telle déviation aurait à l'évidence faussé

104. Trois textes de la série *Safety Fundamentals* furent initialement établis par l'AIEA, entre 1993 et 1995 : le premier sur la sûreté des installations nucléaires, le second sur la gestion des déchets, le troisième sur la radioprotection et la sûreté des sources radioactives. Un nouveau texte commun a ensuite été établi en 2006, ayant pour titre « Fundamental Safety Principles » (« Principes fondamentaux de sûreté »).

le jeu industriel et commercial. Les textes visent à traduire un consensus international et non à établir un catalogue de pratiques possibles¹⁰⁵.

La France s'est, comme d'autres pays, largement impliquée pour que les démarches de sûreté qu'elle avait adoptées et développées soient pleinement reconnues.

Les modalités d'élaboration et d'approbation ont évolué au cours du temps, pour aboutir au processus actuel suivant: les projets de textes, élaborés par des groupes de travail restreints, font l'objet d'un contrôle interne de qualité et d'un examen par les Comités des normes de sûreté de l'AIEA avant leur transmission pour une consultation officielle des États membres (uniquement pour les *Safety Fundamentals* et les *Safety Requirements*) et leur approbation par le Conseil des gouverneurs de l'AIEA¹⁰⁶. Ainsi, quatre Comités passent en revue les différents projets de textes de l'AIEA et les remarques faites par les États membres; il s'agit:

- du Nuclear Safety Standards Committee (NUSSC) pour la sûreté des installations,
- du Radiation Safety Standards Committee (RASSC) pour la radioprotection,
- du Transport Safety Standards Committee (TRANSSC) pour les transports,
- du Waste Safety Standards Committee (WASSC) pour les déchets.

Ces Comités sont notamment composés de représentants de haut niveau des autorités règlementaires, mais aussi d'autres organisations à titre d'observateurs.

Les projets de textes sont ensuite transmis à la commission sur les normes de sûreté (Commission on Safety Standards [CSS]) avant approbation par le Conseil des gouverneurs.

Le corpus des normes de l'AIEA s'enrichit progressivement tandis que les anciens textes font l'objet de mises à jour.

Il faut signaler par ailleurs une série de textes également publiés par l'AIEA mais rédigés dans un cadre différent. À la suite de l'accident de Tchernobyl, le directeur général de l'Agence a mis en place, auprès de lui, un groupe d'experts consultatif de haut niveau, l'INSAG (International Nuclear Safety Group), groupe consultatif international en matière de sûreté nucléaire) qui comporte environ 15 membres provenant d'entités variées (industriels – constructeurs ou exploitants –, autorités, organismes techniques) et publie des documents de préconisations qu'il élabore sur des sujets pouvant être suggérés par l'AIEA, sous sa seule responsabilité (les experts de l'INSAG ne représentent pas les pays dont ils sont originaires).

À la fin de janvier 2019, l'INSAG a publié 27 rapports; les plus largement connus sont les rapports INSAG-12 «Principes fondamentaux de sûreté pour les centrales

105. Même si des pratiques reconnues comme acceptables eu égard aux objectifs visés peuvent être mentionnées voire décrites dans certains documents, comme par exemple dans le guide SSG-25 relatif aux réexamens périodiques de sûreté (*periodic safety reviews*).

106. Ce qui veut dire que les États membres s'engagent à les appliquer (vérifications dans le cadre de la convention).

nucléaires» (qui constitue une évolution de l'INSAG-3), l'INSAG-10 «Défense en profondeur» et l'INSAG-4 «Culture de sûreté» complété par l'INSAG-13 qui en développe la partie concernant les organisations et par l'INSAG-15 qui va plus loin sur les dispositions pratiques de nature à renforcer la culture de sûreté.

L'INSAG, qui ne traitait au début que de sûreté, a vu son domaine d'activités étendu à la radioprotection et à d'autres sujets (INSAG 9: «Expositions potentielles en sûreté nucléaire», INSAG 11: «Management sûr des sources de radiations: principes et stratégies», INSAG 25: «Un cadre pour un processus intégré de décision tenant compte des risques», etc.).

Nous nous appuyerons largement sur l'INSAG-10 au chapitre 6 pour présenter la défense en profondeur, ainsi que sur l'INSAG-7 au chapitre 34 pour l'analyse de l'accident de Tchernobyl.

3.1.3. L'International Reporting System for Operating Experience (IRS)

Comme cela a été indiqué plus haut, dès 1980, à la suite de l'accident de Three Mile Island, l'AEN a mis en place un système de collecte et de diffusion d'informations sur les incidents survenant dans les réacteurs nucléaires de puissance de ses pays membres et susceptibles d'intéresser différents pays membres, l'*Incident Reporting System* (IRS). Les 33 pays de l'OCDE/AEN (situation en 2019) couvrent en effet environ 85 % de la puissance installée d'origine nucléaire dans le monde. En 1995, la responsabilité de la gestion du système a été transférée à l'AIEA et le système a été ouvert à tous les pays signataires de la Convention sur la sûreté nucléaire. Plus tard, en 2009, afin de refléter l'évolution du système vers une utilisation élargie, l'IRS est devenu l'*International Reporting System for Operating Experience*.

Il ne saurait être question pour la France de transmettre à l'AIEA et à l'OCDE/AEN les informations relatives à l'ensemble des événements déclarés à l'Autorité de sûreté nucléaire, ni de recevoir et examiner l'équivalent pouvant provenir des autres pays. Ce serait noyer tout le monde sous une masse d'informations dont beaucoup sont de faible importance du point de vue de la sûreté. Chaque pays désigne un coordonnateur national pour le système IRS, qui sélectionne les incidents qu'il juge suffisamment intéressants pour que les enseignements à en tirer puissent être profitables à d'autres pays. En France, cette mission est confiée à l'IRSN.

Fin janvier 2019, la base de données de l'IRS comportait 4 332 rapports; 421 d'entre eux ont été transmis par la France, 1 433 par les États-Unis, 363 par le Japon, 216 par le Canada, 133 par l'Allemagne. La base contenait de plus 171 documents émis par l'ex-Union soviétique ainsi que 200 documents de la Fédération de Russie.

Des réunions périodiques des coordonnateurs nationaux supervisent l'évolution du système, la qualité des informations transmises et les améliorations techniques des systèmes informatiques utilisés en support. Elles permettent également de mettre en lumière les enseignements tirés par chaque pays des difficultés rencontrées par d'autres pays.

À titre d'exemples, un traitement des problèmes suivants a été développé pour les réacteurs du parc électronucléaire français grâce aux informations acquises *via* l'IRS :

- insuffisance de capacité fonctionnelle de vannes motorisées,
- risques de bouchage des filtres des puisards,
- risques de corrosion et de fuite des tuyauteries d'injection de sécurité,
- risques de fissuration des « barrières thermiques »¹⁰⁷ des pompes primaires.

L'AEN peut de son côté mettre en place des groupes de travail réunissant des spécialistes des pays membres pour effectuer des études sur des problèmes d'intérêt général, sur la base de séries de rapports d'incidents associés à la base IRS commune AIEA-AEN, tant sous les aspects techniques qu'organisationnels et humains. Plusieurs études ont ainsi été effectuées, par exemple sur les incidents survenant lors des arrêts de tranche pour rechargement de combustible et maintenance. Plus récemment, à la suite de l'accident survenu à la centrale de Fukushima Daiichi, l'AEN a effectué une revue d'un certain nombre d'incidents ou d'accidents considérés comme des « précurseurs » de possibles accidents de fusion du cœur¹⁰⁸.

Il est à noter qu'il existe deux autres bases de données internationales gérées par l'AIEA, respectivement pour les incidents affectant les réacteurs de recherche (IRSRR – *Incident Reporting System for Research Reactors*) et les installations du cycle du combustible (FINAS – *Fuel Incident Notification and Analysis System*).

Les bases de données IRS, IRSRR et FINAS ne sont accessibles qu'aux États membres qui les alimentent. L'alimentation de ces bases n'est pas nécessairement faite de façon homogène par les différents États membres.

Un rapport commun de l'AIEA et de l'AEN de 2006¹⁰⁹ souligne que le partage du retour d'expérience nécessite des efforts et une vigilance permanente: « *Presque la totalité des événements déclarés pendant cette période [2002-2005] étaient déjà survenus sous une forme ou une autre. Ceci montre que malgré les mécanismes d'échange existants, mis en place aussi bien sur le plan national qu'international, les mesures correc-*

107. L'étanchéité entre l'arbre d'une pompe primaire et son moteur est assurée par un dispositif constitué de plusieurs joints, dans lequel est injectée de l'eau à haute pression (en provenance du circuit RCV) afin d'éviter une fuite d'eau du circuit primaire. Une partie de l'eau injectée aux joints entre dans le circuit primaire; l'autre partie est collectée et renvoyée dans des circuits spécifiques (dont le circuit RCV). Les joints sont conçus pour assurer leur rôle pour des températures plus faibles que celle de l'eau du circuit primaire lorsque le réacteur est en fonctionnement. La protection thermique de ces joints est assurée en premier lieu par l'eau en provenance du circuit RCV qui est injectée à basse température (grâce à des échangeurs RCV/RR1) et, en cas de défaillance de l'injection d'eau froide, par un dispositif dénommé barrière thermique; cette barrière thermique refroidit le débit primaire qui la traverse jusqu'à une température compatible avec la température maximale admissible pour les joints (90 °C).

108. Rapport « Working Group on Operating Experience » (WGOE) – « Report on Fukushima Daiichi NPP Precursor Events » – NEA/CNRA/R(2014)1, January 2014.

109. Rapport OECD 2006/NEA No. 6150 « Nuclear Power Plant Operating Experiences from the IAEA/NEA Incident Reporting System » – 2002-2005.

tives, qui sont généralement bien connues, peuvent ne pas atteindre tous les utilisateurs finaux, ou ne sont pas toujours appliquées de façon rigoureuse ou à temps. »

3.1.4. Les services développés par l'AIEA

Parmi les nombreux services développés par l'AIEA, deux types de revues de sûreté menées sur la base des normes de l'AIEA sont développées ci-après; il s'agit :

- des revues dites *Operational Safety Review Teams* (OSART), qui constituent des audits sur la sûreté en exploitation d'installations ou d'activités nucléaires,
- des revues dites *Integrated Regulatory Review Service* (IRRS), qui concernent les systèmes réglementaires de contrôle des activités nucléaires (sûreté et radioprotection).

Ces revues de sûreté sont réalisées spécifiquement à la demande de l'État membre concerné et menées par des équipes internationales constituées à chaque fois pour les besoins de la mission correspondante.

3.1.4.1. Les revues OSART

Le principe des revues OSART a été retenu en 1982.

Une équipe de revue OSART comprend habituellement 10 à 15 personnes expérimentées. Les deux tiers d'entre elles sont des consultants extérieurs, cadres de centrales nucléaires ou d'organismes de sûreté, certains pouvant avoir déjà participé à une mission de ce type; les autres sont des agents permanents de l'AIEA. Quelques observateurs de pays en développement nucléaire sont associés à ces missions. Par principe, il n'y a pas, dans l'équipe, d'expert du pays visité.

Les consultants extérieurs retenus, qui varient d'une mission à l'autre, sont choisis en fonction de leurs connaissances (type de réacteur ou spécialité technique) et de leur expérience. Les personnels de l'agence qui participent à ces missions ont une expérience professionnelle similaire. Ils assurent la cohérence des objectifs, des critères et des résultats des missions.

Le chef de l'équipe est un agent de l'AIEA. Il est responsable de la coordination générale, de la formation initiale des membres de l'équipe à la méthode utilisée et de l'orientation d'ensemble ainsi que des liaisons extérieures avec les médias.

Une équipe de revue OSART passe, en général, trois semaines dans une installation.

Le programme d'investigations est généralement subdivisé en plusieurs domaines, explorés en parallèle :

- gestion, organisation, administration de l'installation,
- formation, qualification et habilitation des personnels,
- conduite et exploitation de l'installation,
- entretien des matériels,

- retour d'expérience, essais périodiques, gestion et manutention du combustible,
- radioprotection,
- chimie,
- préparation aux situations d'urgence,
- gestion des accidents avec fusion du combustible.

Les échanges techniques entre les membres de l'équipe d'une revue OSART et leurs homologues de la centrale visitée permettent, non seulement de mettre en évidence, le cas échéant, certaines difficultés, mais aussi de faire des comparaisons avec les pratiques de sûreté d'autres pays. Cette approche contribue à la diffusion de l'expérience et à la réflexion en matière de sûreté. De bonnes pratiques peuvent aussi être soulignées.

Le rapport écrit par l'équipe de revue en conclusion d'une mission OSART est transmis au pays concerné, dont l'organisation permettra d'en tirer les enseignements appropriés (exploitant, autorité de contrôle). Il est généralement rendu public par celui-ci.

Une visite de suivi peut être organisée un ou deux ans plus tard pour apprécier la manière dont les recommandations de la mission ont été prises en compte.

Les revues OSART ont démarré en 1983. À la fin 2018, 204 missions ont été réalisées (concernant 36 pays et 116 centrales nucléaires), auxquelles il convient d'ajouter 141 visites de suivi.

La France a accueilli en 1985 la première mission de revue OSART réalisée pour une centrale d'un pays nucléairement développé (il s'agissait du réacteur n° 1 de la centrale du Tricastin). Six experts français faisaient partie de l'équipe (cela avait été exigé par la France pour cette expérience prototype). Une autre revue OSART a eu lieu en 1988 à la centrale nucléaire de Saint-Alban – Saint-Maurice.

Électricité de France a rapidement réalisé l'impact très positif de ces revues, du fait non seulement des résultats des revues proprement dites et de l'apport d'un regard extérieur sur les pratiques françaises mais aussi du considérable effet de mobilisation de l'ensemble des personnels pendant toute la phase de préparation, période particulièrement propice à un approfondissement des questions de sûreté au sein de l'exploitant.

L'autorité de sûreté nucléaire française a dès l'origine fortement œuvré au développement de ces revues, marquant ainsi sa volonté d'ouverture du système national de contrôle de la sûreté nucléaire.

La France a alors décidé d'accueillir de l'ordre d'une mission de revue OSART chaque année, dans l'une des centrales du parc électronucléaire. Ainsi, de 1985 à fin 2017, 30 revues OSART (et 24 visites de suivi) ont été réalisées sur le parc électronucléaire (à fin 2014, 26 revues OSART avaient été réalisées en France, 8 aux États-Unis et 5 au Japon). Les principales conclusions des revues OSART sont généralement accessibles sur le site internet de l'AIEA ¹¹⁰.

110. Elles sont aussi accessibles sur le site internet de l'ASN pour ce qui concerne les centrales françaises.

Les conclusions globales des missions réalisées sur le parc électronucléaire français ont toujours été favorables, mais le plus souvent assorties de quelques interrogations, remarques ou suggestions.

Dans les premiers temps (années 1980), l'une des interrogations fréquentes des équipes de revue était liée à la structure relativement centralisée d'Électricité de France et au partage des responsabilités et des moyens entre les centres nucléaires de production d'électricité (CNPE) et les services centraux. Cette interrogation s'explique en partie par le fait qu'il n'existe pas, au monde, d'autre exploitant disposant d'un parc électronucléaire de même ampleur. Les experts des revues OSART ont donc souvent été surpris par le fonctionnement d'Électricité de France dès lors qu'ils ne visitaient qu'un seul réacteur.

Des suggestions d'améliorations ont concerné, par exemple :

- la communication entre l'encadrement et les agents de conduite et de maintenance, ainsi que la présence de la hiérarchie sur le terrain,
- les programmes de maintien des connaissances et les procédures d'évaluation des formations,
- l'implication des sites dans le retour d'expérience,
- l'analyse des causes profondes des événements significatifs (cela apparaît encore dans les conclusions de revues OSART réalisées après 2011),
- le suivi des activités de maintenance et de leurs résultats,
- le suivi des modifications temporaires.

Des ingénieurs français, le plus souvent d'Électricité de France ou de l'IRSN, ont par ailleurs participé comme experts à des revues OSART dans d'autres pays, ce qui, là encore, accroît la diffusion de l'expérience et la réflexion sur les problèmes de sûreté.

Des revues dites *Pre-Operational Safety Review Team* (Pre-OSART) peuvent aussi être menées dans les phases de construction et d'autorisation d'une installation nucléaire.

3.1.4.2. Les revues IRRS

Une revue IRRS (correspondant à ce qui s'appelait précédemment *International Regulatory Review Team* – IRRT) vise à évaluer, à la demande d'un État membre, son système de contrôle du nucléaire à l'aune des normes de l'AIEA. Ces revues visent à accroître l'efficacité des systèmes de contrôle en favorisant le partage d'expérience entre autorités et la promotion de bonnes pratiques.

À la demande de la France, une équipe d'auditeurs internationaux composée de 24 experts coordonnée par l'AIEA s'est rendue en 2006 à l'ASN, notamment, afin de mener la première revue complète IRRS en France. Le but de cette mission était :

- d'une part d'examiner, selon le principe d'une revue par les pairs, les dispositifs nationaux de contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection au regard des normes diffusées par l'AIEA ;

- d'autre part de partager des connaissances et de confronter les expériences entre les auditeurs et l'ensemble des acteurs français impliqués dans la gouvernance des risques nucléaires et radiologiques et les auditeurs.

Les auditeurs ont, entre autres, examiné les pratiques en matière de réglementation, de contrôle et d'information du public. Ils ont rencontré les équipes de l'ASN, y compris de ses divisions territoriales, et les équipes de l'IRSN, et évalué, en suivant notamment une dizaine d'inspections, les contrôles réalisés par l'ASN sur le terrain.

En 2014, une seconde mission IRRS s'est déroulée en France¹¹¹, avec les mêmes objectifs, selon les nouvelles modalités mises en œuvre par l'AIEA (auto-évaluation fondée sur un questionnaire élaboré par l'Agence) et sur un champ technique plus large que celui qui a été examiné en 2006 (expositions médicales, radioprotection des travailleurs, protection de l'environnement, interfaces sûreté-sécurité).

Chacune de ces revues IRRS a fait l'objet d'une mission de suivi, respectivement en 2006 et 2017¹¹².

3.1.4.3. Autres services et cadres d'études mis en place par l'AIEA

L'AIEA a mis en place d'autres services et cadres d'études que ceux qui ont été développés ci-dessus.

Parmi ceux-ci, un service associé aux revues OSART concerne la culture de sûreté et son évaluation: il est dénommé ISCA (*Independent Safety Culture Assessment*)¹¹³. Le rapport INSAG-4 relatif à la culture de sûreté a servi de base à l'élaboration d'un guide détaillé (IAEA-TECDOC¹¹⁴-743), diffusé en 1994, destiné à l'évaluation de l'imprégnation de la culture de sûreté et des attitudes correspondantes dans les différentes organisations concernées. Compte tenu du caractère délicat du sujet, ce service s'est d'abord orienté vers la mise en place de formations par l'Agence sur l'utilisation du guide présenté et sur l'auto-évaluation de la culture de sûreté.

Un autre service dénommé SALTO (*Safety Aspects of Long Term Operation*) a été développé à partir de 2005. L'objectif de ce service est une assistance aux États membres pour le traitement de questions soulevées par une exploitation de « longue durée » d'une installation nucléaire, par exemple dans le cas d'une extension de la durée de fonctionnement d'un réacteur. Un certain nombre d'aspects sont abordés lors des missions correspondantes:

- les aspects managériaux,
- les documents de sûreté de référence,

111. Après la réorganisation qui a vu la création de l'ASN.

112. Les rapports des missions IRRS sont accessibles sur le site internet de l'ASN.

113. Ce service d'évaluation indépendante de la culture de sûreté s'est substitué à ASCOT (*Assessment of Safety Culture in Organizations Team*).

114. Les TECDOC sont des documents techniques, approuvés que par leurs rédacteurs.

- la maîtrise du vieillissement (*ageing management*) des structures, systèmes et composants (structures de génie civil, structures métalliques, composants mécaniques, équipements de contrôle-commande...),
- le management des connaissances et des ressources humaines.

Dans le cadre de la prolongation de la durée de fonctionnement jusqu'en 2025 du réacteur à eau sous pression n° 1 de la centrale nucléaire de Tihange en Belgique (réacteur mis en service en 1975), une mission SALTO a été effectuée au mois de décembre 2015. Une telle mission a également été réalisée, depuis, pour les réacteurs Doel 1 et 2 en février 2017¹¹⁵.

Enfin, l'AIEA a proposé dans le passé¹¹⁶ un service dénommé ASSET (*Assessment of Safety Significant Event Team*) d'évaluation d'un événement significatif pour la sûreté; il s'agissait de fournir une aide à l'analyse approfondie d'événements et incidents significatifs pour la sûreté survenant dans les centrales électronucléaires. L'accent était tout particulièrement mis sur la recherche des causes profondes des incidents, qu'ils relèvent de défaillances d'équipements, de procédures ou du personnel. Ainsi ont pu être mises en évidence des questions concernant l'exhaustivité et la représentativité des essais périodiques, la validation et la mise à jour des documents de conduite et de maintenance, la formation des personnels de conduite ou de maintenance ou encore le management. L'accent était également mis sur l'adéquation et la célérité des mesures correctives prises et sur la diffusion des enseignements correspondants.

La première mission ASSET a eu lieu en 1986 et de nombreuses missions ont eu lieu dans les pays d'Europe de l'Est.

En France, une équipe de ce type a été accueillie à Gravelines 1 en 1990 à la suite d'une anomalie de maintenance survenue en 1989 dans ce réacteur¹¹⁷; une autre a été accueillie en 1992 à la centrale nucléaire de Fessenheim pour examiner l'efficacité du retour d'expérience après une dizaine d'années d'exploitation; une troisième a été accueillie à la centrale nucléaire de Paluel en 1993 à la suite d'un incident ayant conduit à des difficultés de diagnostic puis de déclaration¹¹⁸.

Les experts des équipes ASSET étaient moins nombreux que pour les revues OSART et la visite ne durait que deux semaines; leur composition était établie d'une manière semblable à celle des équipes de revue OSART.

Les conclusions globales des missions ASSET qui ont été menées en France étaient globalement favorables, avec néanmoins quelques remarques et suggestions qui rejoignaient, en général, celles qui étaient faites lors des revues OSART. En particulier, on peut noter les suggestions suivantes:

115. Les rapports de mission sont accessibles sur le site <https://afcn.fgov.be>.

116. Ce service n'est plus proposé.

117. Voir le paragraphe 22.2.

118. Voir le paragraphe 23.1.3.

- la définition d'une politique pour maintenir à long terme les efforts de promotion d'une attitude interrogative des équipes et des individus,
- une plus grande implication de l'encadrement des sites dans la définition des priorités des modifications,
- un réexamen des programmes de formation visant à développer les connaissances des personnels sur la conception des installations et le lien avec la conduite,
- une plus grande assistance aux personnels peu expérimentés, avec un meilleur suivi des compétences de chacun,
- un besoin de traitement accru des causes profondes des incidents,
- le développement de moyens sur les sites de façon à traiter plus rapidement certaines difficultés récurrentes.

À partir de 2000, un nouveau service, PROSPER (*Peer Review of Operational Safety Performance Experience Review*¹¹⁹), a été mis en place, élargissant la portée des ASSET – ce type de revue est désormais mené dans le cadre des missions OSART.

En matière d'études et de recherches, l'AIEA a également mis en place différents cadres, parmi lesquels on peut citer les projets de recherche coordonnés (*Coordinated Research Projects* [CRP]) ou encore les travaux menés sur des problèmes standards faisant l'objet d'une collaboration internationale (*International Collaborative Standard Problems* [ICSP], en anglais). Ces travaux conduisent à l'élaboration de documents techniques dénommés *Safety Reports, Technical Documents* (TECDOCs). Des TECDOCs ont ainsi été établis sur l'évaluation des systèmes dits passifs¹²⁰, les approches pour la maîtrise du vieillissement des équipements, la comparaison d'évaluations par le calcul du comportement sismique de réacteurs de puissance, l'évaluation de codes dits avancés de thermohydraulique...

3.1.5. L'association WANO¹²¹

Créée en 1989 à la suite à l'accident de la centrale nucléaire de Tchernobyl, WANO (World Association of Nuclear Operators) est l'association industrielle internationale exclusivement dédiée à la sûreté nucléaire. WANO rassemble les exploitants de réacteurs de puissance du monde; elle est aussi ouverte aux exploitants d'usines de retraitement de combustibles usés.

Son objectif est de faire progresser la sûreté par les échanges et l'appui mutuel entre exploitants: revues effectuées par des pairs (*peer reviews*), partage du retour d'expérience, dissémination des bonnes pratiques, formation, missions de soutien.

119. Revue par des pairs des performances en matière de sûreté d'exploitation.

120. Voir les chapitres 7 et 18.

121. Contribution de Bertrand de Buchère de l'Épinois, EDF, membre du Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires.

Les revues par des pairs forment la colonne vertébrale de l'action de WANO : chaque centrale doit s'y prêter tous les quatre ans. Pour chaque revue, environ 25 professionnels de l'exploitation passent près de trois semaines sur le site afin d'y apprécier la qualité et la rigueur d'exploitation, la tenue des installations, la culture de sûreté, le management opérationnel, dans les domaines fondamentaux de la sûreté. Les équipes de revue sont internationales.

À partir d'observations de terrain, du recueil de faits et d'interviews, la revue identifie les écarts aux standards et aux meilleures pratiques ainsi que les forces et faiblesses du site ; elle formule des recommandations (*areas for improvement*). Une évaluation d'ensemble du site est enfin prononcée et communiquée à la direction générale de la compagnie. À la suite d'une revue, l'exploitant établit un plan d'actions et le transmet à WANO ; ses effets concrets sont vérifiés deux ans après par une revue de suivi. Le plan d'actions est appuyé par des missions d'assistance technique de WANO. Les centrales qui présentent des faiblesses en matière de sûreté font l'objet d'un soutien et d'un suivi particuliers, avec un rapport régulier au conseil des gouverneurs de l'association WANO.

Chaque exploitant déclare à WANO les incidents qui peuvent intéresser la communauté. Ils sont accessibles à tous les membres, grâce à une base de données et un site intranet sécurisés. Les plus importants d'entre eux ou des sujets qui s'en dégagent font l'objet de rapports et de recommandations spécifiques de l'association, dont la mise en œuvre est appréciée lors des revues de pairs.

Le personnel de WANO compte environ 450 permanents, pour l'essentiel détachés par les exploitants pendant quelques années. Les revues de pairs, les missions techniques et les séminaires sont réalisés par les personnes détachées avec le renfort de personnes non détachées des membres de l'association, qui interviennent pour l'occasion. À côté d'un siège à Londres, WANO est organisée en quatre régions opérationnelles : Atlanta, Paris, Moscou, Tokyo.

WANO s'est significativement renforcée après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi : triplement des effectifs, accélération de la fréquence des revues de pairs, élargissement de leur périmètre (préparation à la maîtrise d'accidents graves, gestion de crise, certains éléments touchant la conception des installations), observation d'équipes de conduite en situation accidentelle sur simulateur, mise en place de revues des directions générales (*corporate peer reviews*), accroissement de la coordination générale et de l'homogénéité entre régions, création d'un nouveau centre à Shanghai qui deviendra la deuxième région opérationnelle de WANO en Asie.

WANO est une organisation internationale assez unique par son niveau de transparence entre compagnies d'électricité pouvant être concurrentes, et par la capacité à se dire les choses sans complaisance. Cette ouverture s'est développée grâce à une garantie de confidentialité et à la conviction des membres qu'une responsabilité collective de se stimuler et de progresser ensemble s'ajoute à la responsabilité individuelle de chaque exploitant. Par sa présence sur le terrain, son influence morale et l'engagement des compagnies exploitantes au plus haut niveau, WANO est en quelque sorte devenue une forme de « régulateur interne » ou de « conseil de l'ordre » des exploitants nucléaires.

3.1.6. L'AEN

Comme cela a été indiqué plus haut, l'AEN a pour mission d'aider les pays membres de l'OCDE qui adhèrent à l'AEN à maintenir et à approfondir les bases scientifiques, technologiques et juridiques indispensables à une utilisation sûre, respectueuse de l'environnement et économique, de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques. Elle fournit des documents de référence et dégage des convergences de vues sur des questions importantes, qui peuvent servir aux gouvernements à définir leurs politiques nucléaires, et contribue aux études plus générales réalisées par l'OCDE concernant des aspects tels que l'énergie et le développement durable.

Les domaines d'action de l'AEN comprennent la sûreté nucléaire, la gestion des déchets radioactifs, la radioprotection, les sciences nucléaires, les aspects économiques et technologiques du cycle du combustible, le droit et la responsabilité nucléaires ainsi que l'information du public.

L'AEN a mis en place des comités techniques permanents, principalement composés de spécialistes et de techniciens des pays membres. Ces comités font l'originalité et la force de l'AEN, car ils lui apportent la souplesse nécessaire pour traiter de nouvelles questions et parvenir à des consensus. Ces comités techniques permanents sont au nombre de sept :

- le Committee on the Safety of Nuclear Installations (CSNI) : sa mission est d'aider les pays membres à maintenir et à développer les connaissances scientifiques et techniques nécessaires pour évaluer la sûreté des réacteurs nucléaires et des installations du cycle du combustible ; il est composé de scientifiques et d'ingénieurs ayant des responsabilités importantes dans les domaines des technologies et des recherches en matière de sûreté (notamment des experts de l'IRSN), ainsi que des représentants d'autorités de sûreté ;
- le Committee on Nuclear Regulatory Activities (CNRA) : il est composé de représentants des autorités de sûreté nucléaire ; sa mission est d'animer le programme de l'AEN concernant la réglementation, les processus d'autorisation (*licensing*) et les inspections des installations nucléaires pour ce qui concerne la sûreté, le retour d'expérience – l'implication de l'AEN dans l'analyse d'incidents, activité dévolue au Working Group on Operating Experience (WGOE), a été évoquée plus haut ;
- le Radioactive Waste Management Committee (RWMC) : sa mission est d'aider à la coopération internationale dans les domaines de la gestion des matières et déchets radioactifs provenant des installations, incluant le démantèlement des installations et la gestion des déchets à long terme ;
- le Committee on Radiological Protection and Public Health (CRPPH) : le CRPPH est composé de représentants des autorités de radioprotection et d'experts en radioprotection ; sa mission est de recenser les questions nouvelles soulevées dans ce domaine, d'analyser leurs possibles implications et de recommander ou d'entreprendre des actions pour traiter ces questions et faire progresser la réglementation et la mise en œuvre de la radioprotection ;

- le Nuclear Science Committee (NSC): sa mission est d'aider les pays membres à identifier, recueillir, développer et diffuser les connaissances scientifiques et techniques nécessaires pour assurer une exploitation sûre, fiable et économique des installations nucléaires existantes et développer des systèmes nucléaires dits de nouvelle génération;
- le Committee for Technical and Economic Studies on Nuclear Energy Development and the Fuel Cycle (ou Nuclear Development Committee – NDC): sa mission est de fournir aux gouvernements des pays membres des informations fiables sur les technologies, les aspects économiques, les stratégies (par exemple les différentes stratégies en matière de « cycle du combustible »¹²²) et les ressources dans le domaine de l'énergie nucléaire, contribuant ainsi aux analyses et aux décisions politiques, ainsi que sur le rôle futur de l'énergie nucléaire dans une perspective de développement durable et dans les contextes nationaux et internationaux des politiques énergétiques;
- le Nuclear Law Committee (NLC): sa mission est d'aider à développer les régimes légaux nationaux et internationaux nécessaires aux applications pacifiques de l'énergie nucléaire, en y incluant le commerce international des matières et des équipements nucléaires, de traiter les questions de responsabilité et de dommages d'origine nucléaire et de constituer un centre pour l'information et l'éducation sur les lois dans le domaine nucléaire.

La sûreté nucléaire constitue l'essentiel des activités du CSNI et une partie de celles du NSC; elles couvrent les domaines techniques suivants: neutronique, criticité, thermohydraulique, comportement du combustible en réacteur, physique des accidents (y compris avec fusion du cœur), comportement des produits issus de la fission de l'uranium 235 contenu dans le combustible, « agressions »¹²³ externes, facteurs organisationnels et humains, analyses de risque. Elles consistent en l'échange de connaissances techniques et permettent la production de rapports d'états de l'art (*State-Of-the-Art Reports*), de comparaisons entre méthodes d'analyse ou entre logiciels de simulation (*benchmarks*), ainsi que de positions consensuelles ou d'identifications partagées de besoins de recherche et de développement.

Par ailleurs, l'AEN gère une base de données, qui constitue un centre international de référence pour les pays membres, pour ce qui concerne les outils de base dans le domaine de l'énergie nucléaire, tels que les logiciels de simulation et les données nucléaires; ce centre fournit des services directs à ses utilisateurs en développant, améliorant et validant ces outils et en les rendant disponibles sur demande.

122. Est désigné par cycle du combustible l'ensemble des opérations de fourniture de combustible aux réacteurs nucléaires, puis de gestion des combustibles irradiés (usés), depuis l'extraction du minerai jusqu'à la gestion des déchets radioactifs.

123. Comme cela sera vu et développé dans la suite du présent ouvrage, l'expression « agressions » recouvre les événements internes ou externes à une installation qui ne sont pas des dysfonctionnements envisageables des systèmes liés au « procédé » de cette installation, mais correspondent, soit à des événements externes naturels (séisme, inondation...) ou liés à l'activité humaine (explosion externe...), soit à des événements internes comme un incendie, une chute de charge, une inondation occasionnée par une rupture de tuyauterie...

Enfin, l'AEN offre à ses pays membres un cadre pour le financement et la réalisation de grands programmes de recherche internationaux. Il faut rappeler que l'AEN a été créée en 1958 pour faciliter la mise en œuvre de tels programmes et ses premières réalisations furent des projets de grande ampleur : Halden (à partir de 1958¹²⁴), Dragon (1959-1976) et Eurochemic (1959-1975). Depuis 1980, plus de 50 projets communs ont été organisés par l'AEN (près d'une vingtaine sont en cours¹²⁵) dans le domaine de la sûreté nucléaire, concernant notamment la thermohydraulique diphasique, le comportement du combustible en situation accidentelle, les accidents avec fusion du cœur ou les incendies.

3.1.7. Organisations en matière de radioprotection et de santé

Il a été vu plus haut que la radioprotection et les effets sur la santé des rayonnements ionisants font partie des préoccupations et des domaines d'activité aussi bien de l'AIEA que de l'AEN. Mais deux autres organisations internationales de premier plan doivent être citées : la CIPR (International Commission on Radiological Protection – ICRP) et l'UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation).

La CIPR a été présentée au chapitre 1 ; il a été vu, d'une part que son origine (1928¹²⁶) est bien antérieure à la création de l'AIEA et de l'AEN, d'autre part qu'elle exerce un rôle central dans l'établissement des grands principes de la radioprotection (depuis les années 2000, la CIPR a étendu le domaine de ses recommandations à la radioprotection de l'environnement [plantes et animaux]). Des français, parmi lesquels figurent des experts de l'IRSN, sont présents dans chacun des cinq comités de la CIPR qui traitent respectivement des effets des rayonnements ionisants, de la dosimétrie, du domaine médical, des applications des principes de radioprotection et de la protection de l'environnement, ainsi que dans sa commission principale, l'organe de décision. Le directeur du Centre d'étude sur l'évaluation de la protection dans le domaine nucléaire (CEPN)¹²⁷ est membre de la commission principale.

L'UNSCEAR a été créé en 1955 par l'Assemblée générale des Nations Unies. Ce comité est mandaté pour rassembler, analyser et synthétiser les données recueillies de par le monde concernant les niveaux d'exposition et les effets des rayonnements ionisants. Ses synthèses constituent une base scientifique permettant d'évaluer les risques liés aux rayonnements ionisants et de définir des mesures de protection. L'UNSCEAR a en particulier travaillé sur les conséquences de l'accident survenu en 1986 à la centrale de Tchernobyl ; il sera fait référence à un certain nombre de ses publications

124. L'arrêt définitif du réacteur d'Halden a été décidé en juin 2018. Des examens post-irradiation et des expériences en cellules « chaudes » de matériaux irradiés se poursuivront néanmoins.

125. Fin janvier 2019.

126. La CIPR, officiellement créée en 1950 sous cette appellation, est issue du Comité international de protection contre les rayons X et le radium, créé en 1928.

127. Association française créée en 1976 dont les partenaires sont le CEA, EDF et l'IRSN. Cette association constitue un pôle de recherche et d'études dans le domaine nucléaire de l'évaluation de la protection de l'homme contre les dangers des rayonnements ionisants, sous ses aspects techniques, sanitaires, économiques et sociaux.

au chapitre 34 relatif à cet accident. Dans le même esprit, l'UNSCEAR a publié en 2013 un rapport sur l'accident survenu en 2011 à la centrale de Fukushima Daiichi¹²⁸.

Les activités importantes de ces deux organismes ne seront pas plus développées compte tenu du sujet du présent ouvrage qui est orienté sur la sûreté nucléaire.

3.1.8. De la collaboration bilatérale franco-allemande à des structures européennes d'échanges, de capitalisation de connaissances et de pratiques, de formation et de prestations en matière d'expertise

La collaboration franco-allemande a constitué, dès les années 1970, la base du développement progressif, au niveau européen, de structures de partage d'expérience, de travaux communs et d'harmonisation de pratiques en matière d'expertise de sûreté.

Les relations entre les organismes de sûreté allemands et français ont débuté en 1972, c'est-à-dire peu après la décision de construction de la centrale nucléaire de Fessenheim sur la rive française du Rhin. Elles se sont ensuite intensifiées¹²⁹.

En 1976, un groupe de travail mixte a mené une comparaison entre Fessenheim 1 et Neckarwestheim 1 dont les conclusions ont été publiées en 1977, avant la mise en exploitation de Neckarwestheim 1 et peu après le démarrage de Fessenheim 1. Ces conclusions expriment bien la nouveauté, et pour l'époque la difficulté de ce type d'exercice: *« Les travaux ont montré qu'il est difficile de réaliser une comparaison de sûreté détaillée, point par point, dans tous les domaines, quand les systèmes eux-mêmes ou leurs bases de conception sont différents. Dans les deux pays, les objectifs pour garantir un haut degré de sûreté des centrales nucléaires sont généralement semblables. La sûreté d'une centrale nucléaire est assurée par une multitude de mesures dans le domaine de la technique et dans le domaine de l'organisation sans oublier la garantie de la qualité de la réalisation et le contrôle. En conclusion, on peut dire que les exigences techniques de sûreté pour les deux installations sont comparables, mais que les méthodes établies pour aborder les problèmes sont parfois différentes. Les moyens mis en œuvre pour atteindre des objectifs semblables peuvent légitimement varier tout en étant également valables. »*

Un rapport aux conclusions semblables, relatif aux tranches des centrales nucléaires de Cattenom et de Philippsburg, de puissances plus élevées, a été diffusé en 1982.

Dans le cadre de telles comparaisons ont été examinées, par exemple, la manière d'assurer la meilleure fiabilité des fonctions de sûreté par des niveaux de redondance élevés ou des diversifications fonctionnelles, ou les hypothèses détaillées utilisées

128. UNSCEAR 2013 Report – Scientific Annex A: « Levels and Effects of Radiation Exposure due to the Nuclear Accident after the 2011 Great East-Japan Earthquake and Tsunami ».

129. Il peut aussi être noté que, à partir de 1993, un représentant des organismes de sûreté allemands a été invité de manière permanente aux réunions du groupe permanent français d'experts pour la sûreté des réacteurs (GPR) et, à partir de 1994, un expert français a été nommé à son équivalent allemand, la RSK (Reactor-Sicherheitskommission).

en France et en Allemagne pour le calcul des conséquences radiologiques des accidents étudiés dans les rapports de sûreté.

Cette coopération franco-allemande s'est pérennisée avec la création de la DFK (Deutsche-Französische Kommission)¹³⁰ pour les questions de sûreté des installations nucléaires et, en 1990, de la DFD (Deutsche-Französischer Direktionsausschuss)¹³¹, dotant cette coopération d'un cadre institutionnel national.

Puis les pays nucléaires occidentaux se sont progressivement mobilisés pour améliorer la sûreté des centrales des pays d'Europe de l'Est (voir la figure 3.3), individuellement et au travers d'actions et de financements internationaux.



Figure 3.3. Les centrales nucléaires dans l'ex-URSS et les pays de l'Est au milieu des années 1990. Georges Goué/IRSN.

130. Une commission franco-luxembourgeoise et une commission franco-suisse ont aussi été créées.

131. La DFK étant une structure régionale (au moins du côté allemand), il a semblé nécessaire de créer une structure pour traiter des problèmes généraux de sûreté aux niveaux nationaux, ce que sera la DFD à partir de 1990. La DFD était une formation restreinte (excluant les Länder du côté allemand) pour des questions de politique, compte tenu des rapprochements voulu par les gouvernements, le rapprochement industriel Framatome-Siemens, le rapprochement des experts IPSN-GRS. Les sujets seront la sûreté nucléaire dans les pays d'Europe de l'Est, le réacteur EPR...

Les premières expertises communes ont été menées sur des projets de réacteurs en Allemagne de l'Est (centrale nucléaire de Greifswald, déjà équipée de quatre réacteurs de type VVER de 440 MWe de la série 230, avec quatre réacteurs supplémentaires en projet de la série plus récente 213, et centrale nucléaire de Stendal qui devait comporter quatre réacteurs de type VVER de 1 000 MWe), projets que l'Allemagne réunifiée a, en définitive, décidé d'arrêter.

Il s'est agi, ensuite, d'aider la Bulgarie, à la suite d'une mission de l'AIEA qui avait mis en évidence l'état peu satisfaisant de l'exploitation de la centrale nucléaire de Kozlodouy – constituée notamment de quatre réacteurs de type VVER de 440 MWe de première génération (série 230) –, pour examiner les questions de sûreté soulevées par cette centrale, le gouvernement bulgare estimant que la poursuite du fonctionnement des réacteurs était indispensable à la survie économique et sociale du pays et le concepteur russe que cette poursuite du fonctionnement était possible.

L'IPSN s'est largement investi dans cette aide avec la GRS¹³², dans le cadre du groupement européen d'intérêt économique RISKAUDIT IRSN/GRS International¹³³, groupement à but non lucratif créé en 1992, tandis qu'Électricité de France aidait l'exploitant dans le cadre de l'association WANO avec, de plus, un jumelage entre les centrales nucléaires de Kozlodouy (Bulgarie) et du Bugey (France). S'il a été reconnu que les réacteurs VVER de 440 MWe bénéficiaient d'aspects de sûreté favorables (grande inertie thermique due aux importantes quantités d'eau primaire et secondaire, faible puissance linéique du combustible et possibilité d'isoler manuellement les boucles primaires en cas de rupture de tubes de générateur de vapeur...), les experts ont identifiés plusieurs sujets de préoccupation, parmi lesquels :

- un risque de rupture brutale des cuves par fragilisation du matériau des soudures sous irradiation, particulièrement pour certains réacteurs VVER 440 de la série 230. Cela était dû à des taux d'impuretés (cuivre et phosphore en particulier) dans ce matériau nettement plus élevés que dans le cas des réacteurs à eau sous pression occidentaux. Des recuits, déjà réalisés, étaient encore nécessaires pour « effacer » les défauts créés par l'irradiation dans les matériaux des soudures ;
- une conception des tranches VVER 440 de la série 230 marquée par une défense en profondeur « limitée » dès lors que les brèches postulées à la conception étaient de faible ampleur, que le confinement était de capacité réduite... ;
- l'absence de prise en compte du risque sismique à la conception ;
- l'absence de qualification d'équipements aux conditions accidentelles.

L'assistance exercée par RISKAUDIT s'est ensuite fortement accrue et élargie. RISKAUDIT propose aujourd'hui des services dans le cadre de projets internationaux financés par la Commission européenne, la BERD¹³⁴ ou la BEI¹³⁵, ainsi que dans le cadre

132. Avec des financements européens.

133. Appelé RISKAUDIT dans la suite du texte.

134. Banque européenne pour la reconstruction et le développement.

135. Banque européenne d'investissement.

de contrats bilatéraux allant bien au-delà des seuls pays d'Europe de l'Est. Ces services, qui concernent aussi bien les réacteurs nucléaires que les installations du cycle du combustible, le démantèlement et les déchets nucléaires, sont principalement fournis par les maisons mères, l'IRSN¹³⁶ et la GRS, avec le concours d'autorités de sûreté ou de TSO européens. Les types d'activités de RISKAUDIT peuvent être résumés ainsi :

- une assistance technique dans les processus d'instruction et d'autorisation de mise en œuvre de dispositions visant à améliorer la sûreté de réacteurs de puissance ou d'autres installations nucléaires ; cette assistance fonctionne (dans le cadre des programmes européens TACIS et INSC) en mode dit 2 + 2 : d'un côté l'autorité de sûreté locale et ses appuis techniques, de l'autre une autorité de sûreté européenne et l'appui technique de RISKAUDIT ;
- une assistance en matière de réglementation, d'organisation d'une autorité de sûreté, de préparation à la gestion de situations de crise ;
- des transferts de connaissances et de savoir-faire (par exemple l'utilisation de logiciels de simulation pour l'analyse de sûreté), ou le partage de méthodes, avec pour objectif le renforcement des capacités des organismes de sûreté locaux et le développement de leur culture de sûreté ;
- la réalisation d'évaluations de sûreté conformes aux pratiques internationales reconnues, par des équipes multinationales ;
- une contribution à l'harmonisation des pratiques et des approches ;
- la constitution et la pérennisation d'un centre indépendant d'expertise qualifié.

Parmi les nombreux programmes de travail menés par RISKAUDIT depuis 1992, peuvent être notamment cités :

- pour ceux qui sont financés par la Commission européenne :
 - TACIS (*Technical Assistance to the Commonwealth of Independent States and Georgia*¹³⁷ – 1992-2006),
 - PHARE¹³⁸ (1989-2006),
 - INSC (*Instrument for Nuclear Safety Cooperation*¹³⁹ – 2007-2013 puis 2013-2020).

Dans le cadre de ces programmes, hormis les travaux destinés à améliorer la sûreté des réacteurs de puissance, une part importante des activités de

136. Le siège de RISKAUDIT est en France, à Fontenay-aux-Roses. Une représentation a aussi été installée à Kiev, en Ukraine.

137. Assistance technique en faveur de la Communauté des États indépendants et de la Géorgie.

138. Cette abréviation est celle de *Poland and Hungary Assistance for Restructuring their Economies*, assistance engagée dès 1989 mais qui s'est ensuite élargie à d'autres pays souhaitant devenir membres de l'Union européenne : la République Tchèque, l'Estonie, la Lituanie, la Lettonie, la Slovaquie, la Slovénie, puis la Bulgarie et la Roumanie.

139. Instrument de coopération en matière de sûreté nucléaire.

RISKAUDIT est consacrée à l'évaluation de la sûreté des entreposages de déchets dits historiques, notamment sur le site de la centrale de Tchernobyl et dans la zone d'exclusion environnante, à l'évaluation de la sûreté des installations nouvelles destinées à la reprise, au traitement, au conditionnement, à l'entreposage et au stockage final des déchets ainsi qu'au support à la rédaction de documents réglementaires;

- pour ceux qui sont financés par la BERD:
 - l'assistance au démantèlement des quatre réacteurs VVER de 440 MWe de la série 230 de la centrale nucléaire de Kozloduy en Bulgarie, définitivement arrêtés entre 2002 et 2006,
 - l'assistance à l'évaluation de la sûreté du nouvel atelier d'entreposage à sec des combustibles irradiés de la centrale de Tchernobyl en Ukraine,
 - l'assistance au démantèlement du réacteur endommagé de Tchernobyl (sarcophage, unités de traitement des déchets).

Les principaux bénéficiaires de l'assistance de RISKAUDIT ont été la Russie et l'Ukraine et, dans une moindre mesure, la Bulgarie, la Lituanie et l'Arménie.

Progressivement, dans le cadre des programmes européens INSC, l'assistance de RISKAUDIT s'est transformée en coopération avec les autorités de sûreté et les organismes d'expertise de différents pays, notamment ceux auxquels il avait antérieurement apporté une assistance (l'Ukraine par exemple). En outre, l'INSC a élargi son champ d'activités aux pays du bassin méditerranéen, aux pays d'extrême orient et d'Amérique...

RISKAUDIT a mené et mène également des travaux dans le cadre d'accords bilatéraux:

- avec l'autorité de sûreté lithuanienne VATESI: démantèlement des réacteurs RBMK de 1 500 MWe d'Ignalina (ces réacteurs ont été arrêtés respectivement en 2004 et 2009), associé à la réalisation d'un certain nombre d'ateliers destinés au traitement et à l'entreposage des déchets et à l'entreposage à sec des combustibles usés;
- avec l'autorité de sûreté bulgare BNRA: il s'est agi de l'analyse, en 2006, du rapport préliminaire de sûreté de deux réacteurs russes VVER de 1 000 MWe, dont la construction était prévue sur le site de Béléné situé au nord de la Bulgarie – ce projet de réacteurs a été abandonné en 2013;
- avec le Centre commun de recherche (JRC) à Petten pour des analyses de retour d'expérience.

Les années 1990 ont aussi été largement marquées par le travail conjoint¹⁴⁰ franco-allemand qui a conduit, après sept années de discussions, aux « directives techniques pour la prochaine génération de réacteurs nucléaires à eau sous pression » et

140. Le but initial n'ayant pas été d'établir des directives techniques mais de préparer des positions de la DFD sur des questions soulevées par les concepteurs d'EPR.

qui ont servi de base à la conception du réacteur EPR. Cela sera plus amplement développé au chapitre 18.

Depuis 1999, trois organismes techniques de sûreté – apportant notamment chacun son appui à l'autorité de sûreté nationale –, l'IRSN pour la France, la GRS pour l'Allemagne et Bel V (anciennement AVN) pour la Belgique se sont impliqués dans l'initiative EUROSAFE, concrétisée notamment par des forums d'échanges, visant le partage et la convergence des pratiques en matière de sûreté, de radioprotection et plus largement de sécurité.

Toutefois, la volonté de travailler de manière plus engageante a conduit en 2006 à la création du réseau européen ETSO (European Technical Safety Organisations Network), qui regroupe des membres européens (en 2019: IRSN, GRS, Bel V, ainsi que VTT [Finlande], MTA EK [Hongrie], ENEA [Italie], LEI [Lituanie], CVŘež [UJV] [République tchèque], VUJE [Slovaquie], JSI [Slovénie], PSI [Suisse], RATEN ICN [Roumanie], Wood [UK]), auxquels s'ajoutent trois membres associés ne faisant pas partie de l'Union européenne: SSTC NRS (Ukraine), SEC NRS (Russie), NRA (Japon).

L'adhésion à ETSO se fait sur invitation des membres; elle est limitée à des organisations qui effectuent des évaluations de sûreté en appui à leurs autorités de sûreté ou jouent ce rôle, avec une vision réglementaire globale, une activité régulière et de large portée. L'adhésion est ouverte aux organisations de l'Union européenne et de l'Association européenne de libre-échange (par exemple, la Suisse et la Norvège) à condition qu'ils remplissent les conditions requises; la composition est définie par les partenaires d'ETSO et précisée dans ses statuts. D'autres organisations ne faisant pas partie de la zone géographique mentionnée ci-dessus peuvent demander à agir en tant que membres associés.

L'objectif d'ETSO est de promouvoir des échanges en matière d'évaluation de sûreté, de méthodes et de recherches dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la sécurité. Dans une perspective d'harmonisation, les membres d'ETSO établissent des guides d'expertise, disponibles sur le site internet www.etso.eu; ils comportent:

- un document général, le *Safety Assessment Guide* (SAG), qui définit dans les grandes lignes la méthode employée en Europe pour les évaluations de sûreté; il présente les différentes conditions nécessaires¹⁴¹ pour l'évaluation de la sûreté nucléaire par rapport aux objectifs et aux exigences applicables ainsi que les éléments techniques indispensables pour mener une évaluation;
- une série de guides techniques, les *Technical Safety Assessment Guides* (TSAG), concernant différents sujets d'intérêt en matière d'expertise. Ont notamment été publiés des guides concernant:
 - l'analyse des événements et des précurseurs d'un accident grave,
 - l'analyse déterministe des accidents avec fusion du cœur,

141. Indépendance, compétence, traçabilité et transparence.

- les facteurs organisationnels et humains dans la conception et les modifications des installations nucléaires,
- les études des transitoires thermohydrauliques associés aux conditions de fonctionnement de dimensionnement¹⁴².

La préparation de ces guides techniques se fait dans le cadre de groupes de travail dont les participants doivent avoir une bonne connaissance des méthodes d'évaluation de la sûreté nucléaire mises en œuvre dans leurs pays. Il s'agit, au travers de ces guides, de promouvoir et de diffuser les meilleures pratiques pour l'évaluation de la sûreté nucléaire au niveau européen. Chaque membre d'ETSON pourra ainsi utiliser des méthodes harmonisées au niveau européen, les décliner dans ses analyses de sûreté, puis partager le retour d'expérience.

Le réseau ETSON a en outre établi en 2011 un document qui présente sa position¹⁴³ sur les sujets de sûreté à prendre en compte dans les programmes de recherche futurs pour les réacteurs de puissance actuels et de nouvelle génération¹⁴⁴, avec les priorités associées. Ces sujets ont été pris en considération dans les agendas européens de recherche définis par l'association NUGENIA¹⁴⁵ créée en 2011, à la suite des réflexions et des travaux menés dans le cadre de la plateforme SNETP¹⁴⁶.

Enfin, les TSO européens ont mis en place des formations dans le cadre d'un institut dédié, l'ENSTTI (European Nuclear Safety Training and Tutoring Institute¹⁴⁷), créé en 2010. Ces formations ont vocation à promouvoir le savoir-faire européen en matière de sûreté et de son évaluation.

3.1.9. Les associations d'autorités de sûreté

En 1999, une association regroupant les chefs des autorités de sûreté européennes de l'Ouest a été créée: la Western European Nuclear Regulators Association (WENRA); André-Claude Lacoste, alors Directeur de la sûreté des installations nucléaires, en fut l'initiateur et en assura la première présidence. Cette association a eu pour buts initiaux de:

- fournir une capacité d'examen du niveau de sûreté nucléaire atteint dans les pays candidats à l'entrée dans l'Union européenne. Les premiers travaux de WENRA ont ainsi abouti dès 2000 à une évaluation de l'organisation du contrôle de la sûreté nucléaire dans ces pays (Bulgarie, République Tchèque, Hongrie, Lituanie, Roumanie, Slovaquie et Slovénie), complétée par une évaluation de la sûreté de leurs réacteurs électrogènes;

142. Notion précisée au chapitre 8.

143. « Position Paper of the Technical Safety Organisations: Research Needs in Nuclear Safety for GEN 2 and GEN 3 NPPs » — ETSON/2011-001, October 2011.

144. Voir le chapitre 18.

145. Nuclear Generation II & III Association (Association internationale dédiée à la sûreté des réacteurs de générations II et III).

146. Sustainable Nuclear Energy Technology Platform (plateforme technologique européenne pour l'énergie nucléaire).

147. Organisme de formation et de tutorat dans le domaine de la sûreté nucléaire.

- développer une approche commune de la sûreté nucléaire.

Composée de dix membres à sa création, WENRA en compte désormais¹⁴⁸ 18, ainsi que 13 observateurs (malgré le maintien du nom, nombre de ces pays ne sont pas d'Europe de l'Ouest). Au-delà du développement d'approches harmonisées, WENRA peut faire valoir son opinion sur des aspects réglementaires ou autres relevant de la sûreté.

Plusieurs groupes de travail, auxquels participent généralement des représentants d'organismes ayant des missions d'appui technique, dont l'IRSN, ont permis l'établissement de documents de référence, tenant compte des normes de l'AIEA et des meilleures pratiques dans les pays concernés.

Pour ce qui concerne les réacteurs de puissance, WENRA a notamment établi des « niveaux de référence » pour les réacteurs en fonctionnement¹⁴⁹, ainsi que des objectifs de sûreté pour les réacteurs du futur. Les « niveaux de référence » comportent des aspects réglementaires et des aspects techniques. L'engagement des membres de WENRA était d'introduire les éléments des « niveaux de référence » dans leurs réglementations, avec comme cible 2017, et de veiller à leur application. Cela a entraîné le développement de textes en France (on peut notamment citer le guide ASN n° 22 évoqué au chapitre 2).

Au mois de juillet 2007, un groupe européen a été créé par une décision de la Commission européenne : c'est l'European Nuclear Safety Regulators Group – ENSREG). Il comporte notamment des représentants des autorités de sûreté de l'ensemble de l'Union européenne¹⁵⁰, ainsi que des représentants de la Commission européenne. La Suisse, la Norvège et l'AIEA y ont également un poste d'observateur. Ce groupe, dont la mission est de conseiller la Commission européenne, vise de façon très générale à parvenir à une compréhension commune des sujets de sûreté et à établir les conditions d'amélioration continue de cette sûreté, d'autre part à améliorer la transparence.

L'ENSREG conseille et assiste la Commission européenne soit à la demande de celle-ci soit de sa propre initiative. Il est tenu de consulter les parties prenantes et le public intéressé, de manière ouverte et transparente. Il doit soumettre à la Commission européenne des rapports d'activité réguliers, comprenant au besoin des recommandations, à transmettre au Parlement européen et au Conseil.

Sur la base d'orientations définies par le Conseil de l'Union européenne, l'ENSREG a engagé une réflexion sur la sûreté, la gestion des déchets radioactifs et du combustible usé et la transparence dans le secteur nucléaire au plan européen. Ces travaux ont contribué à l'adoption de la directive sur la sûreté nucléaire 2009/71/EURATOM du 25 juin 2009, établissant un cadre communautaire pour la sûreté nucléaire des installations nucléaires, modifiée par la directive 2014/87/UE du 8 juillet 2014 – directives qui ont été évoquées au chapitre 2.

148. En janvier 2019.

149. Ces « niveaux de référence » sont abordés au chapitre 6.

150. La France y a deux représentants : le Président de l'Autorité de sûreté nucléaire et un représentant de la DGEN.

Ce qui précède montre le rôle croissant de la Commission européenne, qui n'avait initialement que peu de pouvoir en matière d'expertise mais des moyens financiers pour des travaux de recherche et développement (au travers des PCRD).

3.2. La dimension sociétale

3.2.1. Introduction – Contexte français

L'implication croissante de la société civile en France sur les questions touchant notamment la sûreté des activités et des installations nucléaires est développée dans le paragraphe 2.3 du présent ouvrage; différentes étapes marquantes y sont indiquées, de la structuration de groupements associatifs à la reconnaissance par les pouvoirs publics de l'importance de la société civile, jusqu'à l'implication de celle-ci et ses initiatives concrètes notamment dans le cadre des Commissions locale d'information (CLI) ou de l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (ANCCLI) – il est rappelé ici que des CLI existent auprès de l'ensemble des centrales nucléaires françaises.

Pour illustrer cette implication de la société civile, quelques exemples d'initiatives et de questions soulevées par celle-ci, touchant la sûreté des réacteurs du parc électronucléaire français, sont développés ci-après, en suivant l'ordre chronologique. Les parties du présent ouvrage traitant des sujets en rapport avec ces questions seront mentionnées et permettront d'éclairer le lecteur.

3.2.2. Exemples d'initiatives et de questions soulevées concernant la sûreté des réacteurs du parc électronucléaire français

Au cours de l'année 1989, le Conseil général du département du Haut-Rhin a mis en place un groupe d'experts pour évaluer les résultats de la première visite décennale du réacteur n° 1 de la centrale nucléaire de Fessenheim, démarré¹⁵¹ en 1977. La composition de ce groupe visait à assurer une large diversité des experts. Il était composé de scientifiques et de membres d'associations de nationalités allemande, française et belge. En outre, ce groupe devait bénéficier de l'expertise de scientifiques strasbourgeois ayant suivi le fonctionnement du réacteur depuis son démarrage, ainsi que de l'étude engagée sur l'environnement autour de la centrale nucléaire de Fessenheim.

Si, en conclusion de leur mission, les experts ont regretté un manque de temps et de moyens, ainsi que le caractère parcellaire des informations mises à leur disposition, trois sujets, notamment, leur ont paru mériter une attention particulière: les contrôles avant redémarrage du réacteur, les accidents du domaine dit du hors dimensionnement

151. Il s'agit de son raccordement au réseau électrique, la mise en service ayant été déclarée en 1978.

(il s'agit d'accidents étudiés sans toutefois faire partie des bases de conception du réacteur – voir les chapitres 8 et 13 du présent ouvrage), la protection des travailleurs. Ils ont regretté le report de certaines améliorations de sûreté et émis des critiques en matière de radioécologie autour du site, tout en regrettant l'absence de transmission de données concernant les produits rejetés. Leur rapport témoigne des débats internes au groupe. Ils ont estimé qu'une attention particulière devait être portée à la protection de la centrale à l'égard des chutes d'avion et des scénarios d'accidents avec fusion du cœur. Sur ce dernier sujet, les risques liés à l'hydrogène ont fait l'objet de débats¹⁵².

Ultérieurement, dans le contexte de l'analyse des aspects génériques de la réévaluation de sûreté associée aux troisièmes visites décennales (VD3) des réacteurs de 900 MWe, des experts de l'ANCCLI et des représentants des CLI des centrales nucléaires de Fessenheim, de Gravelines, du Blayais et de Dampierre-en-Burly ont souhaité échanger avec les organismes de sûreté. Ces experts se sont ainsi réunis cinq fois entre décembre 2009 et novembre 2010. Les sujets abordés ont concerné à la fois les « agressions » internes et externes (types d'événements précisés aux chapitres 11 et 12, tels que les incendies, les inondations, les séismes, les chutes d'avion...), les accidents avec fusion du cœur (sujet développé au chapitre 17) et le vieillissement des équipements (voir le chapitre 27). En particulier, les CLI souhaitent savoir comment étaient prises en compte les modifications de l'environnement industriel d'une INB en général, comme ce fut le cas du projet de construction d'un terminal méthanier à proximité de la centrale nucléaire de Gravelines (ce sujet est abordé au paragraphe 12.9). D'autres sujets non spécifiques des réexamens périodiques ont été présentés par les CLI comme méritant d'être discutés : les aspects organisationnels et humains – tels que la gestion des compétences et la maîtrise des activités sous-traitées (voir le chapitre 25) –, l'analyse des « événements significatifs » (notion précisée au chapitre 21). L'intérêt pour une CLI de pouvoir suivre les réponses de l'exploitant aux demandes de l'Autorité de sûreté nucléaire a également été souligné.

En parallèle, la CLIS¹⁵³ de Fessenheim a confié au Groupement des scientifiques pour l'information sur l'énergie nucléaire (GSIEN) une expertise sur la troisième visite décennale des réacteurs de la centrale nucléaire de Fessenheim¹⁵⁴. Cette étude a suggéré des points à améliorer concernant la maintenance, la réalisation des chantiers et la formation des intervenants. Elle a soulevé également des interrogations concernant la tenue du radier en cas d'accident avec fusion du cœur (ces radiers ont été épaissis – voir les paragraphes 17.1.5 et 30.4.5), les déchets sans filière de gestion,

152. Ils s'appuyaient notamment sur des expérimentations menées dans le réacteur de recherche PHEBUS.

153. Commission locale d'information et de surveillance du centre national de production d'électricité (CNPE) de Fessenheim.

154. Les experts du GSIEN ont eu accès aux documents d'EDF, de l'IRSN et de l'ASN, dans le cadre d'une convention entre les différentes parties. Ils ont produit le « Rapport sur la visite décennale 3 du réacteur 1 du CNPE de Fessenheim », GSIEN, juin 2010, <https://www.anccli.org/wp-content/uploads/2014/06/Rapport-final-1-VD3-FSH-1.pdf>.

l'augmentation des rejets de tritium dans l'environnement corrélée au passage à la gestion des cœurs dite CYCLADES (les gestions des cœurs sont présentées dans le focus de l'introduction du chapitre 28), qui conduit à une augmentation de l'utilisation de bore comme absorbant neutronique, ainsi que la juxtaposition d'équipements conçus dans les années 1960-1970 avec d'autres équipements plus récents.

Après l'accident survenu en 2011 à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi et comme cela est développé au paragraphe 36.6 du présent ouvrage, des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) ont été demandées aux exploitants par les pouvoirs publics, en suivant un cahier des charges qui a été enrichi, à la suite d'une consultation du HCTISN, d'un volet relatif aux questions liées à la sous-traitance d'activités. Dans ce contexte, l'ANCCLI et les CLI ont souhaité s'investir plus fortement dans l'analyse de la sûreté des installations, notamment des réacteurs nucléaires.

Un dialogue s'est engagé dès septembre 2011 avec l'ensemble des parties intéressées, en amont des réunions des groupes permanents d'expert chargés de donner un avis sur les évaluations complémentaires de sûreté réalisées par les exploitants. L'ensemble des documents produits – rapports des exploitants, de l'IRSN, avis des groupes permanents d'experts, rapport et décisions de l'Autorité de sûreté nucléaire – ont été, pour la première fois sur un tel sujet, rendus publics rapidement après leur réalisation (sur les sites internet de l'ASN et de l'IRSN). Ces documents et les échanges associés ont permis aux CLI, aux associations et aux experts non institutionnels de mener et de présenter en réunions leur propre analyse du sujet (la figure 3.4 illustre une présentation). Ainsi, plusieurs experts non institutionnels ont effectué des analyses critiques des évaluations effectuées par les exploitants : peuvent être citées ici l'analyse effectuée par l'Institute for Energy and Environmental Research (IEER) et WISE-Paris pour Greenpeace¹⁵⁵ et celle réalisée par le GSIEN pour l'ANCCLI¹⁵⁶. Le premier souligne par exemple que la démarche proposée de vérification de la conformité des installations aux exigences qui leur sont applicables paraît insuffisante pour rendre compte de l'état réel des installations, en citant notamment un certain nombre d'« écarts » de nature générique¹⁵⁷ (voir sur ce sujet le chapitre 29). Le second indique que le traitement du sujet relatif à la sous-traitance d'activités n'est pas adapté à la gestion de crise et pose la question de ce qui serait prévu pour inclure dans les équipes les prestataires présents sur un site au moment d'un accident, ainsi que pour les former afin qu'ils puissent être efficaces et informés des divers dangers.

155. Rapport « Sûreté nucléaire en France post-Fukushima : Analyse critique des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) menées sur les installations nucléaires françaises après Fukushima », A. Makhijani, Institute for Energy and Environmental Research (IEER) et Y. Marignac, WISE-Paris (World Information Service on Energy-Paris), février 2012.

156. Rapport « Analyse et commentaire des rapports d'évaluation complémentaire de la sûreté des installations nucléaires au regard de l'accident de Fukushima », M. et R. Sené, GSIEN, novembre 2011.

157. C'est-à-dire affectant ou susceptibles d'affecter plusieurs réacteurs du parc électronucléaire.



Figure 3.4. Photo prise lors d'un séminaire entre l'ANCCLI et l'IRSN tenu au mois de juin 2013, au cours duquel deux représentants de l'association Greenpeace présentaient une analyse des évaluations complémentaires de sûreté menées à la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi (sujet développé au paragraphe 36.6 du présent ouvrage). Grégoire Maisonneuve/Médiathèque IRSN.

Les CLI de la Manche se sont tout particulièrement impliquées sur un tel sujet en mettant en place un groupe de travail « inter-CLI ». Après avoir analysé les documents disponibles, ce groupe a élaboré, courant 2012, un questionnaire de près de 200 questions relatives tant à la sûreté des installations qu'à la gestion de crise, à la surveillance des populations et de l'environnement. Ils ont ensuite auditionné différentes entités concernées, parmi lesquelles Électricité de France, les CHSCT¹⁵⁸, l'Autorité de sûreté nucléaire, l'IRSN... À la fin de 2013, elles ont diffusé un « livre blanc »¹⁵⁹ qui a compilé l'ensemble des réponses obtenues, ainsi qu'une synthèse de ce travail. Concernant les réacteurs, ce « livre blanc » pose par exemple la question de la possibilité de remplacer l'utilisation d'alliage en zirconium des gaines de combustible par un autre matériau, son oxydation étant la cause première de la formation d'hydrogène – les actions de recherche initiées par des fabricants d'assemblages combustibles, citées à la fin du paragraphe 28.2, recourent ces préoccupations.

Forts de l'intérêt porté par les membres des CLI sur les sujets de sûreté depuis 2011 et dans la perspective d'une prolongation du fonctionnement des réacteurs au-delà de 40 ans, une série de dialogues techniques¹⁶⁰ successifs et progressifs est menée depuis 2014 sur le réexamen périodique associé aux quatrièmes visites décennales des

158. Comités d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT) d'Areva (élargi aux représentants des entreprises prestataires) et d'Électricité de France.

159. « Livre blanc sur la sûreté des installations nucléaires civiles de la Manche post-Fukushima », Inter-CLI, Commissions locales d'information de la Manche, décembre 2013.

160. Cinq réunions à Paris entre 2014 et 2016, un séminaire à Valence en octobre 2016, et trois nouvelles réunions à Paris entre 2017 et 2018.

réacteurs de 900 MWe. Ce dialogue permet d'approfondir des sujets de préoccupation des CLI, comme la maîtrise du vieillissement de la cuve et de l'enceinte de confinement de ces réacteurs, la « conformité » des équipements, les risques (« agressions ») d'origine naturelle, les risques liés à l'entreposage des combustibles usés en piscine ou encore les accidents avec fusion du cœur... Par ailleurs, une concertation nationale¹⁶¹ est menée sous l'égide du HCTISN visant à associer plus largement le public dans le contexte de ce réexamen aux enjeux tout particuliers.

De l'ensemble des échanges et débats déjà menés, il ressort beaucoup d'interrogations des membres des CLI, par exemple sur le confinement et la protection des piscines d'entreposage des combustibles usés (un certain nombre de risques liés aux piscines et aux situations accidentelles prises en compte sont développées dans le chapitre 15). L'impact du changement climatique sur la sûreté soulève également de nombreuses questions, notamment les mesures qui seraient prise pour anticiper ou gérer des situations telles qu'une diminution du débit d'une rivière utilisée comme source froide, ou au contraire une élévation du niveau marin pour les centrales situées en bord de mer (la prise en compte de ces risques fait l'objet des paragraphes 12.4 et 12.6). Enfin, la capacité industrielle à réaliser les modifications envisagées pour se rapprocher du niveau de sûreté d'un réacteur de type EPR est fréquemment questionnée.

Enfin, eu égard aux interrogations de la société civile, le traitement des anomalies découvertes dans les calottes du fond et du couvercle de la cuve du réacteur EPR Flamanville 3 a aussi conduit à la mise en place de dialogues techniques. Plusieurs réunions se sont tenues entre Électricité de France, Areva-NP, l'ANCCLI, la CLI de Flamanville, l'Autorité de sûreté nucléaire et l'IRSN dès décembre 2015. Au-delà de la compréhension des dossiers techniques en cours d'instruction, ils ont notamment questionné l'application des principes fondamentaux de la défense en profondeur (compte tenu du fait que la cuve est un composant pour lequel la rupture est exclue par un haut niveau de prévention – cette notion est précisée au paragraphe 8.2.2), ainsi que plus généralement la gouvernance de la sûreté.

Ces dialogues avec la société civile et le public permettent de nourrir les réflexions des organismes de sûreté¹⁶² avec les questions soulevées par ces publics.

161. Concertation sur les améliorations de sûreté des réacteurs 900 MWe à l'occasion de leur quatrième réexamen de sûreté, de septembre 2018 à mars 2019; voir le site <https://concertation.suretenucleaire.fr>.

162. À titre d'exemple, l'IRSN a traité un certain nombre de questions issues des dialogues techniques avec la société dans ses avis concernant le quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe (par exemple, dans ceux sur les études d'accident, les agressions internes et externes, la conformité des équipements, l'organisation d'EDF ou les EPS), a synthétisé ses réponses sur les thématiques abordées dans une « foire aux questions » mise à jour en fonction des nouveaux avis émis et réalisé plusieurs vidéos explicatives, dont certaines sous la forme d'un dialogue avec l'ANCCLI. Voir les bases de connaissances IRSN consacrées au quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe consultables à l'adresse: https://www.irsn.fr/FR/connaissances/Installations_nucleaires/Les-centrales-nucleaires/visites-decennales/Reexamen-900/Pages/0-Sommaire-quatrieme-reexamen-reacteurs-900-MWe.aspx#.

