

2015

AEN

Rapport annuel



2015

AEN

Rapport annuel

L'AEN en bref – 2015

Instance dirigeante : le Comité de direction de l'énergie nucléaire

- 31 pays membres (25 au sein de la Banque de données)
- 57 ans au service de la communauté internationale
- 7 comités techniques permanents
- 72 groupes de travail et d'experts
- 21 projets communs internationaux financés par les participants
- 3 forums coordonnés par le Secrétariat
- 109 agents (postes officiels et postes financés par des contributions volontaires, pour l'ensemble de l'AEN et de la Banque de données)
- € 11 millions inscrits au budget de l'AEN en 2015, complétés par des contributions volontaires
- € 3,1 millions inscrits au budget de la Banque de données en 2015, complétés par des contributions volontaires
- 24 publications parues en 2015

L'AEN et sa mission

L'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) est une institution semi-autonome au sein de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), dont le siège se trouve en France, dans la région parisienne. L'Agence a pour mission d'aider ses pays membres à maintenir et à approfondir, par l'intermédiaire de la coopération internationale, 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.

Table des matières

I. Message du Directeur général	5
II. L'énergie nucléaire en 2015	6
III. L'accident de Fukushima Daiichi et l'AEN	15
IV. Activités de l'AEN par secteur	19
Développement de l'énergie nucléaire	20
Sûreté et réglementation nucléaires	24
Aspects humains de la sûreté nucléaire	38
Gestion des déchets radioactifs	40
Protection radiologique	43
Sciences nucléaires	46
Banque de données	49
Droit nucléaire	51
V. Informations générales	53
Information et communication	54
Organisation de l'AEN	57
Publications et brochures de l'AEN parues en 2015	60



Message du Directeur général

L'année 2015 a été une nouvelle année de grand changement, qu'il s'agisse de l'Agence pour l'énergie nucléaire elle-même ou du contexte global dans lequel celle-ci exerce ses activités.

Tandis que certains pays élaborent des programmes audacieux de construction de centrales nucléaires, que d'autres préparent leur sortie du secteur et le démantèlement de leurs installations, et que d'autres encore s'apprêtent à la fois à fermer définitivement des tranches et à en construire de nouvelles, les enjeux liés aux facteurs économiques, à la gestion des déchets, à la communication avec le public et à la sûreté nucléaire continuent de dominer le débat engagé par la communauté internationale sur le nucléaire. L'heure est également, pour beaucoup d'États, à l'assimilation des résultats des négociations de la COP21 intervenues à la fin de 2015. Il est donc de plus en plus probable que l'avenir de l'électronucléaire sera écrit en grande partie par des fournisseurs non traditionnels et les nouveaux pays entrant sur le marché.

Comme en témoigne la présente édition du *Rapport annuel*, l'Agence a mené à bien une importante réorganisation de sa structure de management, qui devrait lui permettre de gagner en flexibilité et en efficacité, et de mieux concentrer son action sur les questions qui préoccupent le plus ses pays membres. Ceux-ci, lorsqu'ils ont contribué au processus d'élaboration du nouveau *Plan stratégique de l'Agence pour l'énergie nucléaire : 2017-2022*, ont réaffirmé que notre principale mission doit rester d'abord et avant tout la sûreté nucléaire, tout en mettant en avant le rôle capital que joue l'AEN en tant qu'instance privilégiée pour la coopération technique, l'analyse économique et la recherche scientifique.

À cet égard, les nouvelles attributions de l'AEN, qui abrite désormais le siège institutionnel du Cadre international de coopération sur l'énergie nucléaire (IFNEC), nous permettront de continuer à travailler sur les questions complexes que pose le déploiement de nouveaux réacteurs nucléaires. En 2015, nous avons également lancé l'initiative pour l'Innovation nucléaire 2050, grâce à laquelle nous entendons établir un calendrier international coordonné des priorités de recherche et développement dans le domaine, qui pourront aller des cycles avancés du combustible nucléaire aux méthodes et techniques perfectionnées de démantèlement des centrales définitivement à l'arrêt.

L'année 2015 a aussi été celle du déménagement de l'AEN dans des locaux qu'elle partagera avec d'autres organes de l'OCDE, ce qui doit déboucher sur des gains d'efficacité à brève échéance ainsi qu'à plus long terme, et lui procurer un meilleur environnement pour son fonctionnement au jour le jour et pour les nombreuses réunions qu'elle accueille chaque année. Au-delà des avantages qu'il comporte pour l'accomplissement de la mission de l'Agence, ce déménagement est surtout le gage d'un net renforcement de la sécurité des agents et des milliers de délégués des pays membres qui participent aux activités de l'AEN. De telles considérations sont malheureusement indissociables de l'environnement international actuel.

Dans l'ensemble, 2015 a été pour l'AEN une année de succès renouvelé et de transition. Si les méthodes de travail traditionnelles s'effacent progressivement devant la réalité de la limitation des ressources et la diversité de plus en plus marquée des vues et des orientations de ses pays membres, l'Agence n'en demeure pas moins concentrée sur ses activités centrales, qui constituent la raison pour laquelle elle demeure le premier forum de coopération des pays possédant les infrastructures nucléaires les plus développées et avancées.

Comme toujours, nous saluons le départ des nombreux agents et délégués de nos comités qui nous quittent après de nombreuses et fructueuses années de service, et l'arrivée des personnes qui les remplaceront. L'ensemble de leurs contributions nous ont bénéficié à tous, ainsi qu'au public des 31 pays que nous servons.

William D. Magwood, IV
Directeur général de l'AEN

L'énergie nucléaire en 2015

Développement de l'énergie nucléaire

À la fin de 2015, on recensait dans le monde 442 réacteurs en service, d'une puissance cumulée de plus de 380 GWe, dans 33 pays au total ; 348 d'entre eux, soit 319 GWe ou 84 % de la puissance nucléaire mondiale, étaient exploités dans un État membre de l'AEN. Au cours de l'année, dix nouveaux réacteurs ont été raccordés au réseau, dont la tranche 2 de la centrale de Shin-Wolsong en Corée et la tranche 4 de la centrale de Beloiarsk dans la Fédération de Russie. La construction de quatre autres a débuté, portant ainsi à 67 le nombre total de réacteurs en construction. Au Japon, les tranches 1 et 2 de Sendai ont été les premières à être remises en service dans le cadre du nouveau régime réglementaire, et les tranches 3 et 4 de Takahama devaient redémarrer au début de 2016, après l'obtention de l'autorisation des autorités locales en décembre 2015.

Les autres évolutions marquantes liées aux réacteurs dans les pays membres de l'AEN en 2015 sont décrites ci-après.

- En Belgique, l'Agence fédérale de contrôle nucléaire (AFCN) a approuvé le redémarrage de la tranche 3 de Doel et de la tranche 2 de Tihange. Une nouvelle loi prévoit de prolonger l'exploitation des tranches 1 et 2 de Doel jusqu'en 2025.
- Au Canada, Bruce Power a annoncé qu'il avait conclu, avec la Société indépendante d'exploitation du réseau d'électricité, un accord portant sur la rénovation de six de ses huit réacteurs dans l'Ontario, les conditions étant qu'il prendra en charge tous les coûts et dépassements en échange de prix de l'électricité garantis. Les modernisations prévues aux termes de cet accord permettront d'exploiter les réacteurs jusque dans les années 2060. L'Ontario prépare également la remise à neuf des quatre réacteurs de la centrale de Darlington, afin de prolonger leur durée de vie de 25 à 30 ans.
- En Corée, le gouvernement a décidé de fermer et de démanteler la tranche 1 de la centrale de Kori, la plus ancienne du pays, mise en service en 1978. Cette tranche cessera de fonctionner le 18 juin 2017. Par ailleurs, la tranche Wolsong 1 qui abrite le premier réacteur CANDU du pays a obtenu une autorisation d'exploitation à long terme de dix années supplémentaires à compter de la date d'échéance précédente, en 2012, soit jusqu'en 2022. Sur le même site, la tranche Shin-Wolsong 2 a commencé à fonctionner à pleine puissance en juillet 2015. Enfin, le ministère du Commerce, de l'Industrie et de l'Énergie a annoncé son septième plan de base pour l'offre et la demande d'électricité à long terme, qui couvre la période allant jusqu'à 2029. Ce plan appelle à la construction de 16 réacteurs d'ici à cette échéance, ce qui porterait à 39 le nombre total de réacteurs du pays.
- En Espagne, l'exploitant Nuclenor a annoncé que l'autorité de sûreté nucléaire n'avait identifié aucun défaut de sûreté au cours de ses inspections du réacteur de Santa Maria de Garoña.
- Aux États-Unis, Entergy a annoncé qu'il fermera les centrales de Fitzpatrick et de Pilgrim avant l'échéance de leur autorisation d'exploitation. Les centrales d'Exelon, dans l'Illinois, ont été retenues à l'issue des enchères, ce qui veut dire qu'elles pourront continuer à vendre leur électricité au réseau jusqu'en 2018, mais leur fonctionnement au-delà de cette date demeure incertain. La construction de quatre réacteurs AP1000, deux sur le site de Vogtle et deux sur le site de VC Summer, se poursuit et devrait s'achever en 2019 et en 2020 respectivement. À la centrale de Watts Bar, le rechargement de la tranche 2 a commencé en vue d'un démarrage au début de 2016. En septembre, la Nuclear Regulatory Commission (NRC) a renouvelé les autorisations d'exploitation des tranches 1 et 2 de la centrale de Sequoyah de TVA, ce qui porte leur échéance de 2020-2021 à 2040-2041. Au total,



Vue aérienne de la centrale nucléaire de Darlington, à Clarington, Ontario.



La centrale nucléaire de Kori à Busan, en Corée.

Principales données sur l'énergie nucléaire en 2015 pour les pays de l'AEN

Pays	Réacteurs en service	Puissance installée (GWe nets)	Besoins en uranium (tonnes d'U)	Part du nucléaire dans la production d'électricité (%)
Allemagne	9	12,0	2 000	15,8
Belgique	7	5,9	870	50,0
Canada	19	13,4	1 850	16,0
Corée	23	20,7	4 200	30,1
Espagne	7	7,5	1 124	20,4
États-Unis	99	98,6	17 988	20,2
Finlande	4	2,8	424	33,9
France	58	63,1	8 000	76,9
Hongrie	4	1,9	214	49,0
Japon	48	42,4	367	0,0
Mexique	2	1,3	188	4,4
Pays-Bas	1	0,5	60	3,5
République slovaque	4	1,8	362	57,9
République tchèque	6	3,9	677	33,3
Royaume-Uni	16	9,4	1 514	16,6
Russie*	34	25,2	4 400	18,6
Slovénie	1	0,7	149	37,4
Suède	10	9,5	1 433	41,2
Suisse	5	3,3	250	37,9
Total	353	323,9	46 070	19,3

Source : *Données sur l'énergie nucléaire 2015* (données au 1^{er} janvier 2015).

* Estimations de l'AEN. En service = raccordé au réseau.

les renouvellements d'autorisation pour 20 ans sont donc de 78, et 16 autres demandes sont encore en cours d'examen. La possibilité de prolonger les autorisations pour 20 ans de plus, ce qui porterait la durée de vie des installations à 80 ans, est à l'étude.

- En Finlande, Fennovoima a soumis en juin 2015 une demande d'autorisation de construction de la première tranche de la centrale de Hanhikivi, puis mis à jour cette demande en août en y intégrant des documents qui montrent que la part du projet sous contrôle finlandais est suffisante.
- La France a voté sa loi de transition énergétique vers une économie bas-carbone et prévoit de réduire à 50 % la part du nucléaire à l'horizon 2025 grâce au déploiement accru de moyens de production d'électricité d'origine renouvelable, tout en maintenant la capacité du parc nucléaire français à son niveau actuel. La construction de la tranche 3 de Flamanville, qui a pris une nouvelle année de retard, devrait s'achever en 2018. Le coût estimé du projet a été revu à la hausse à 10,5 milliards EUR.
- En Hongrie, l'UE a ouvert une enquête concernant l'accord signé en 2014 qui prévoit que Rosatom doit fournir deux nouveaux réacteurs (d'environ 1 200 MWe chacun) à la centrale de Paks. La modernisation des turbines haute et basse pression des quatre tranches existantes de Paks, destinée à augmenter la production de la centrale, a été confiée à l'entreprise ukrainienne Turboatom.
- Le Japon a remis en service deux premiers réacteurs dans le cadre de son nouveau régime réglementaire. Des demandes d'autorisation de redémarrage ont été déposées pour 25 autres au total. Le gouvernement japonais a annoncé en 2015 que l'énergie nucléaire représenterait à terme un tiers de la production d'électricité de base, soit 20 à 22 % de la production totale d'électricité du pays. Afin de compenser l'arrêt prolongé de ses centrales nucléaires depuis l'accident de Fukushima Daiichi, le Japon a importé des combustibles fossiles pour sa production d'électricité, ce qui a entraîné une augmentation de ses émissions de gaz à effet de serre et des prix de l'électricité, et creusé son déficit commercial.
- En Pologne, Polska Grupa Energetyczna SA (PGE) a informé le ministère de l'Économie de son intérêt pour une solution semblable à celle qu'a adopté le Royaume-Uni pour Hinkley Point C, c'est-à-dire un contrat d'écart compensatoire, comme mécanisme de soutien pour le projet. Le pays prévoit de mettre en œuvre son programme électronucléaire en construisant deux centrales d'ici 2035.
- En République slovaque, la construction des deux nouvelles tranches de la centrale de Mochovce a encore été retardée : la mise en service de la première (tranche 3) est désormais attendue pour le milieu de l'année 2017 et celle de la deuxième (tranche 4) un an après.
- La République tchèque a annoncé une politique énergétique nationale en faveur d'une augmentation ambitieuse de la puissance nucléaire installée qui devrait passer de 35 % aujourd'hui à 45 % à 60 % d'ici à 2040. Le pays compte ainsi réduire ses émissions de carbone et satisfaire aux objectifs de l'Union européenne (UE).

Parts des ressources et de la production d'uranium			
Pays	Ressources (%)*	Production (%)**	Production (t d'U)**
Afrique du Sud	5,7	1	500
Australie	28,9	9	5 000
Canada	8,4	16	9 100
Chine	3,4	3	1 500
États-Unis	3,5	3	1 900
Kazakhstan	11,5	40	22 800
Namibie	6,5	6	3 300
Niger	6,9	7	4 000
Russie	8,6	5	3 000
Ukraine	2,0	2	1 000
Autres	14,6	8	4 200
Total	100,0	100	56 500

Source : *Uranium 2014 : Resources, Production and Demand*.
 * Ressources identifiées dans la tranche de coûts inférieure à 130 USD/kg d'U.
 ** Données au 1^{er} janvier 2015, d'après des sources publiques.

- En Russie, le réacteur refroidi au sodium BN-800 de la centrale de Beloïarsk a été couplé au réseau en décembre, et Rostov 3 est entrée en exploitation commerciale. Rosatom est parvenu à un accord avec le Bangladesh concernant la construction de la centrale nucléaire de Rooppur, qui comprendra deux réacteurs VVER-1200, ainsi qu'avec le Viet Nam pour la construction d'un réacteur de conception AES-2006 de 1200 MW. La Russie a en outre signé des accords avec l'Égypte et la Jordanie en vue de la construction de plusieurs réacteurs dans ces pays. En 2015, les centrales nucléaires russes ont atteint un record de production d'électricité : 195 TWh, soit environ 18,6 % de la production totale d'électricité du pays. À Jelesnogorsk, une nouvelle installation de fabrication de combustible a lancé la production de pastilles de combustible à oxyde mixte (MOX) pour réacteurs à neutrons rapides (notamment le BN-800). La construction de réacteurs RITM-200 pour les brise-glace nucléaires Siberia et Ural a démarré à Podolsk. L'autorité de sûreté russe, Rostekhnadzor, a octroyé la dernière licence nécessaire au lancement de la construction du réacteur de recherche multifonctions à neutrons rapides refroidi au sodium (MBIR) et a prolongé de dix ans la licence d'exploitation de la tranche 2 (RBMK-1000) de la centrale de Smolensk.
- En Turquie, l'Autorité de régulation des marchés de l'énergie a annoncé en juin qu'elle avait accordé une autorisation préalable à Akkuyu Nuclear pour le bouclage des préparatifs de la construction de sa première tranche nucléaire. Elle se prononcera sur l'autorisation finale de production une fois le processus de préparation achevé. La construction devrait commencer à la fin de 2016. Parallèlement, un consortium franco-japonais et un consortium chinois discutent du projet de construction de réacteurs supplémentaires.

Production, conversion et enrichissement de l'uranium

Les approvisionnements mondiaux en uranium sont en baisse depuis 2013, du fait d'un ralentissement de la production sur certains sites en raison de conditions de marché défavorables. L'évolution la plus marquante est l'arrêt de la production à Kayelekera, au Malawi, à Alta Mesa, aux États-Unis, et à Honeymoon, en Australie. Dans le même temps, les mines américaines de Willow Creek et Palangana sont confrontées à une situation difficile car aucun nouveau capital n'est investi dans le développement de nouveaux champs de captage. D'autres sites en exploitation ont aussi drastiquement réduit leur production, notamment Rössing, en Namibie, et White Mesa, aux États-Unis. Cependant, un seul site d'extraction de l'uranium, la mine d'Azelik de CNNC, a totalement cessé de produire en 2015 : la mine a été fermée en février, principalement à cause de la baisse des prix de l'uranium et des forts coûts d'exploitation. À l'inverse, la mine d'uranium à forte teneur de Cigar Lake, au Canada, est ouverte à la production depuis 2014 et en exploitation commerciale depuis mai 2015. Son rendement est supérieur aux prévisions : quelque 3 850 t d'U en ont été extraites au cours de la première année complète de production, soit bien plus que l'objectif de 2 300 à 3 000 t d'U fixé au début de 2015.

En 2015, huit pays membres de l'AEN ont produit de l'uranium, parmi lesquels l'Australie, le Canada, les États-Unis et la Russie, qui ont totalisé à eux quatre une part importante de la production mondiale (autour de 35 %).

Des usines de conversion de l'uranium étaient en service au Canada, aux États-Unis, en France et en Russie. En France, la construction de la nouvelle usine de conversion Comurhex II se poursuit, avec une progression de la production prévue pour répondre à la demande du marché, la capacité totale devant atteindre 15 000 t d'U.

Deux usines récemment construites d'enrichissement par centrifugation à haute performance (l'usine Georges Besse II d'AREVA, en France, et l'usine d'URENCO, aux États-Unis) ont continué de fonctionner tout au long de 2015, et des augmentations de capacité sont en cours ou prévues dans chacune d'elles. Aux États-Unis, les conditions de marché défavorables ont conduit Global Laser Enrichment à annoncer un plan de ralentissement du développement de sa technologie d'enrichissement par laser. Le Département de l'énergie (DOE) a accordé une prolongation d'un an à Centrus Energy pour les travaux qu'il mène actuellement sur sa technologie de centrifugation (American Centrifuge Project), mais les financements seront réduits de 60 % et le périmètre d'activité n'inclura pas le développement de l'usine de Piketon, dans l'Ohio.

Sûreté et réglementation nucléaires

Les pays membres de l'AEN ont déjà traité la plupart des problèmes de sûreté nucléaire les plus prioritaires et urgents que l'accident de Fukushima Daiichi avait mis au jour. Les enseignements tirés de l'accident ont conduit à déployer des améliorations dans les centrales (par exemple, diversité et robustesse accrues des fonctions de sûreté), à renforcer les capacités de gestion des accidents (par exemple, instrumentation, consignes pour les systèmes défaillants, moyens d'intervention hors site), et à concevoir des solutions innovantes d'assainissement et de gestion post-accidentelle (par exemple, gestion des eaux contaminées, stratégies et solutions de retour à la normale, renforcement des aspects de l'infrastructure réglementaire liés à la surveillance et au conseil). En outre, les pays membres de l'AEN reconnaissent l'importance vitale de mettre en place et de maintenir une culture de sûreté forte chez les exploitants et chez les autorités de sûreté, et de bien comprendre l'importance d'une communication de crise efficace.

S'agissant de l'avenir, les pays membres de l'AEN se préparent à mettre à profit les activités de retour à la normale et de démantèlement des réacteurs du site de Fukushima Daiichi pour combler les lacunes de connaissances en matière de sûreté nucléaire. Les activités de démantèlement et les recherches ultérieures peuvent fournir des informations précieuses, par exemple sur les performances des systèmes de sûreté ou de soutien à la sûreté au-delà de leurs capacités prévues, les mécanismes expliquant les défaillances des systèmes et des composants, les effets de l'eau salée sur les internes des réacteurs, le comportement général du combustible et des produits de fission, et la validation des modèles et des codes de calcul en conditions accidentelles graves. Ces informations permettront de mener à bien les activités de démantèlement dans les meilleurs délais et dans les conditions de sûreté requises.

Prendre en compte les questions de sûreté plus générales permet de continuer d'assurer la sûreté des centrales nucléaires partout dans le monde, en particulier au regard des défis que posent la prolongation de la durée de leur vie et

les exercices de fin de vie au cours de la transition vers le démantèlement. Les pays membres de l'AEN partagent leur expérience et leurs meilleures pratiques en matière de gestion du vieillissement des matériaux et des composants ; renforcent la sûreté en s'appuyant sur le retour d'expérience d'exploitation et en utilisant des outils de recherche et d'analyse tels que les études probabilistes de sûreté (EPS) ; s'assurent que les modifications apportées à la configuration et à l'exploitation des centrales (par exemple, pour la rénovation des installations, les opérations préalables à un arrêt de la production, les augmentations de puissance, l'utilisation d'un contrôle-commande numérique) ne compromettent pas la sûreté ; et améliorent la culture de sûreté et les performances humaines en maintenance, en ingénierie et en exploitation. Les efforts de collaboration internationale favorisent l'amélioration des pratiques de réglementation, ainsi que l'approfondissement des connaissances et de la compréhension des technologies existantes et nouvelles. Les pays membres de l'AEN cherchent à renforcer la sûreté nucléaire dans le monde entier en rapprochant les pratiques de sûreté et en fédérant les compétences des autorités de contrôle, tout en améliorant et en accélérant l'examen de sûreté des nouveaux concepts. Les leçons tirées de l'accident de Fukushima Daiichi continueront d'avoir un impact sur les exigences de conception des nouveaux réacteurs.

Gestion des déchets radioactifs

En 2015, les pays membres de l'AEN ont continué de mettre en place les infrastructures requises pour assurer la gestion sûre du combustible usé et des déchets radioactifs. Ayant pour objectif de clarifier le débat sur les risques liés aux déchets radioactifs, les propriétaires de déchets radioactifs sont de plus en plus conscients de l'importance de la transparence des informations sur les pratiques de gestion de ces déchets. En particulier, depuis l'entrée en vigueur de la nouvelle directive 2011/70/Euratom du Conseil de l'UE, les États membres de l'UE rendent compte de leurs programmes nationaux de gestion des déchets à la Commission européenne. En définitive, ces efforts contribuent à renforcer la confiance du public, aident à dresser un panorama européen de la gestion des déchets radioactifs, et permettent de définir de meilleures stratégies de gestion.

L'une des évolutions importantes dans le domaine de la gestion des déchets radioactifs est la tendance qu'ont les États à réviser leurs lois ou à en élaborer de nouvelles. Les pays membres de l'AEN formulent ou mettent à jour des lois, des décrets, des plans nationaux de gestion des déchets radioactifs et d'autres documents pertinents. Certains pays ont en outre entrepris de faire évoluer ou d'actualiser leurs mécanismes de financement de la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs. La Finlande est devenue le premier pays à démarrer la construction d'un stockage de déchets radioactifs de haute activité, après l'octroi à Posiva, le 12 novembre 2015, d'une autorisation de construction d'un stockage de combustible usé à Olkiluoto.

Autres faits marquants :

- En Allemagne, le processus de choix du site devrait redémarrer après un examen de l'ensemble du processus par une commission parlementaire fédérale, composée d'experts de la gestion des déchets radioactifs et de représentants d'organisations pertinentes de la société civile, conformément à une nouvelle loi sur la stratégie et le calendrier de choix d'un site de stockage géologique des déchets de haute activité.
- Au Canada, la Société de gestion des déchets nucléaires (SGDN) a progressé dans la mise en œuvre d'une solution à long terme pour la gestion du combustible nucléaire usé. Elle continue d'appliquer le processus en neuf étapes qui doit lui permettre de choisir un site sûr, sécurisé et adapté sur le territoire d'une collectivité informée ayant accepté d'accueillir un stockage géologique et un centre d'expertise de la gestion à long terme des déchets nucléaires du Canada. En mars 2015, neuf collectivités de l'Ontario participaient toujours à ce processus de sélection d'un site (étape 3 des neuf étapes). Par ailleurs, en octobre 2015, la SGDN a publié son Plan stratégique quinquennal (2016-2020) pour consultation publique. Ce plan établit clairement que la prochaine période de cinq ans sera avant tout consacrée à la sélection du site et à la collaboration avec les collectivités potentiellement intéressées, d'abord au cours de l'évaluation préliminaire puis pendant le choix du site. Les activités menées viseront à aider les collectivités à s'informer et à participer au projet. Elles porteront aussi sur l'évaluation du site.
- En Corée, la commission de concertation publique (Public Engagement Commission on Spent Nuclear Fuel Management – PECOS) qui a été établie pour conseiller le gouvernement sur la gestion à long terme du combustible usé, a soumis ses avis sur la politique de gestion du combustible usé au ministère du Commerce, de l'industrie et de l'énergie. La PECOS a recommandé de choisir un site pour le laboratoire souterrain de recherche d'ici à 2020 afin d'entreprendre des expériences *in situ* à partir de 2030, et de démarrer l'exploitation d'un stockage géologique d'ici à 2051. Le ministère va établir un plan de base pour la gestion du combustible usé, principalement à partir de ces recommandations.
- Aux États-Unis, la NRC a publié les deuxième et cinquième volumes de son rapport d'évaluation de la sûreté du stockage géologique des déchets de haute activité qu'il est proposé de construire sur le site de Yucca Mountain, dans le Nevada. La parution de ces volumes marque la fin de l'étude de sûreté technique de la demande déposée par le DOE au sujet de Yucca Mountain.
- En Finlande, Posiva avait transmis en 2012 une demande d'autorisation de construction d'un centre de stockage, comprenant une usine de conditionnement en surface et le stockage souterrain, destiné à recevoir 9 000 tonnes de combustible usé en provenance des centrales d'Olkiluoto et de Loviisa. L'autorité de sûreté



US DOE

Yucca Mountain est sous considération comme site potentiel du premier centre national de stockage de déchets radioactifs de haute activité aux États-Unis.

a octroyé l'autorisation de construction en novembre 2015. La Finlande est maintenant à la veille de la construction et de l'exploitation d'un stockage : le chantier devrait démarrer à la fin de 2016 et les opérations de stockage en 2023. La délivrance de cette première autorisation de construction d'un stockage du combustible usé est une réalisation majeure à l'échelle mondiale. Elle constitue une toute nouvelle étape dans le domaine du nucléaire et permettra aux autres pays qui conçoivent des stockages géologiques de bénéficier d'un retour d'expérience de la gestion des déchets radioactifs.

- En France, la procédure suit son cours concernant la proposition de centre de stockage géologique des déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue à la limite des départements de la Meuse et de la Haute-Marne (projet Cigéo) : après une série d'examen de l'avant-projet, la phase d'avant-projet



Kallerna

Galerie pilote à la profondeur définitive du site de stockage de déchets radioactifs à Olkiluoto, en Finlande.

détaillé de Cigéo a démarré en 2015 ; parallèlement, les études sur les aménagements progressent afin de viabiliser le site en vue du démarrage de la construction du stockage, prévu en 2020. Dans le cadre du programme technologique du projet Cigéo, l'Andra a aussi développé un banc d'essai à l'échelle 1 pour évaluer la récupérabilité des colis de déchets de haute activité stockés dans les galeries souterraines.

- Au Japon, le programme de recherche sur le stockage géologique se poursuit, tandis que plusieurs organisations nationales débattent d'une politique de gestion des déchets de haute activité. En mai, le gouvernement a rendu publique une politique de base sur le stockage de ces déchets, qui constitue une révision de la politique d'origine de 2008. Cette nouvelle politique souligne qu'il est important que le gouvernement et les collectivités locales parviennent à un consensus. Elle insiste également sur les principes de réversibilité et de récupérabilité. Conformément à cette politique, les pouvoirs publics ont commencé à sélectionner des zones qui, du point de vue scientifique, seraient adaptées au stockage des déchets de haute activité.
- En République tchèque, le processus de sélection d'un site de stockage du combustible usé est encore en cours de définition, l'Agence nationale pour la gestion des déchets (Správa úložišť radioaktivních odpadů – SÚRAO) mettant l'accent sur le dialogue avec les municipalités pré-candidates. En dépit d'efforts considérables engagés pour faire avancer les préparatifs de l'étude géologique, aucun progrès significatif n'a eu lieu à ce niveau : les représentants des collectivités locales n'ont pas encore transmis à SÚRAO l'autorisation de démarrer les activités nécessaires à l'étude géologique sur les sites sélectionnés.
- En Russie, le processus de conception a commencé en vue de l'implantation d'un stockage géologique des déchets de haute activité à vie longue dans la région de Krasnoïarsk. La première phase du projet est la construction d'un laboratoire souterrain de recherche d'ici à 2021, avec un essai et une démonstration du stockage de différents types de déchets. La décision finale concernant le stockage géologique doit être rendue en 2025.
- En Suède, l'autorité de sûreté, le tribunal environnemental et la municipalité d'Östhammar poursuivent l'examen des demandes d'autorisation générale de construction d'un stockage du combustible usé. Cet examen doit être réalisé conformément à la loi sur les activités nucléaires par l'autorité suédoise de sûreté nucléaire, et conformément au code de l'environnement par un tribunal environnemental, les conclusions de ces deux instances servant à étayer la future décision du gouvernement.
- En Suisse, le plan sectoriel de dépôt en couche géologique profonde en est actuellement à l'étape 2. Les zones où il serait possible d'implanter des stockages géologiques de déchets de haute activité ou de faible activité ont été identifiées sur la base de critères techniques. Il s'agit maintenant, pendant

l'étape 2, d'examiner les aspects logistiques et économiques avec les collectivités et les cantons concernés en vue de réduire le nombre de sites identifiés. L'organisme suisse de gestion des déchets, la Nagra, a suggéré d'approfondir l'étude de deux domaines d'implantation géologique possibles, Zürich nord-est et Jura-est. Cependant, l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) a récemment rejeté la proposition de n'étudier que deux sites.

Entreposage

Si, globalement, l'examen des aspects techniques et sociétaux de la conception des stockages géologiques a bien avancé, les échelles de temps du processus de décision contraignent néanmoins de nombreux pays, comme l'Allemagne, les États-Unis et le Japon, à envisager la solution de l'entreposage de longue durée. En Espagne, la création d'un centre national d'entreposage de tous les déchets de haute activité et combustibles usés est en cours, avec un démarrage du chantier prévu à Villar de Cañas en 2018. Aux États-Unis, la NRC continue d'évaluer les aspects techniques relatifs à l'entreposage de longue durée du combustible usé dans des systèmes d'entreposage à sec. Cette évaluation destinée à garantir la sûreté de l'entreposage se fait par l'intermédiaire de renouvellements d'autorisations, des renouvellements ultérieurs et d'actions de surveillance. Les titulaires d'autorisation doivent élaborer des plans de gestion du vieillissement qui identifient les effets possibles du vieillissement et qui prévoient la conduite d'activités de surveillance, de maintenance et de mitigation pour compenser ces effets pendant la période prolongée d'entreposage. Parallèlement, le Département de l'énergie des États-Unis a lancé des programmes pour développer une approche basée sur le consentement des parties prenantes lors du processus de sélection des sites d'entreposage centralisé.

Déchets de faible et moyenne activité

La gestion des déchets de faible activité continue elle aussi de progresser. Les faits marquants sont récapitulés ci-après.

- En Allemagne, la construction d'un stockage géologique des déchets radioactifs à pouvoir exothermique négligeable sur le site de l'ancienne mine de Konrad est en cours, et l'exploitation devrait commencer au plus tard en 2023.
- En Belgique, une demande d'autorisation de construction d'un stockage en surface des déchets de faible activité à vie courte à Dessel a été déposée en 2013. La procédure qui devrait déboucher sur la délivrance de l'autorisation de construction et d'exploitation est en cours.
- Au Canada, l'Agence canadienne d'évaluation environnementale a organisé une consultation publique pour la dernière phase du processus d'évaluation environnementale du « projet de stockage de déchets radioactifs de faible et moyenne activité dans des couches géologiques profondes » dans l'Ontario. La Commission d'examen conjoint a

remis un rapport d'évaluation environnementale au ministère fédéral de l'Environnement pour l'aider à prendre sa décision.

- En Corée, l'installation de stockage des déchets de faible et moyenne activité implantée à Wolsong a été autorisée à la fin de 2014 et mise en exploitation en 2015. Celle de Yangbuk-myeon, dans la ville de Gyeongju, d'une capacité totale de 800 000 fûts (de 200 litres chacun) pour une superficie de 2 100 000 m², a été mise en exploitation en 2015 également. La première phase de la construction de l'installation, achevée en juin 2014, a permis la création d'alvéoles souterraines d'une capacité de 100 000 fûts. La deuxième phase de la construction devrait se terminer en 2019. Le stockage en surface aura alors une capacité de 125 000 fûts.
- Aux États-Unis, la NRC a pris des mesures pour remédier à l'absence de stockage à usage commercial : elle a fourni des recommandations concernant l'entreposage de longue durée des déchets de faible activité, rédigé des directives pour clarifier les procédures de mélange et de calcul des moyennes de concentration des déchets, et réévalué le processus réglementaire applicable au stockage de flux d'un même déchet (par exemple, grandes quantités d'uranium appauvri).
- En Hongrie, le 27 novembre 2015, le Gouverneur du Conseil a prolongé de 90 jours, c'est-à-dire jusqu'au 1^{er} mars 2016, l'échéance de la déclaration de décision afin d'assurer l'exhaustivité de l'évaluation environnementale. Sur le site de stockage des déchets de faible et moyenne activité de Bataapáti, la construction d'une enceinte spéciale a démarré à la fin de 2015. Cette enceinte est une structure légère conçue pour protéger des intempéries la zone de travail qui surplombe les alvéoles extérieures, avec un dispositif de confinement interne amovible pendant l'extraction des déchets.
- En Russie, la conception d'un système régional de stockage des déchets de faible et moyenne activité est en cours, tout comme l'étude de plusieurs sites en vue de la sélection de sites de stockage.

Démantèlement

La mise en œuvre des programmes de démantèlement s'accompagne généralement d'une augmentation de la vitesse de production des déchets de très faible et faible activité. Les organismes chargés de leur gestion devront tenir compte de cet accroissement de flux, par exemple en prévoyant d'agrandir les stockages existants. Les plans de démantèlement et les estimations des charges de démantèlement continuent d'être régulièrement mis à jour dans les pays de l'AEN. En Allemagne, une commission parlementaire fédérale évalue actuellement le financement du démantèlement et du stockage pour déterminer, notamment, si les provisions constituées par l'industrie nucléaire sont suffisantes. Au Japon, en 2015, le gouvernement a mis en place des laboratoires de collaboration sur les sciences avancées du démantèlement (Collaborative Laboratories for Advanced Decommissioning Science – CLADS), sous l'égide du ministère de l'Éducation, de la Culture, des

Sports, de la Science et de la Technologie (MEXT), pour assurer la liaison entre les établissements de recherche et le site de démantèlement de la centrale de Fukushima Daiichi. La Corée prépare le cadre législatif du démantèlement de la première centrale dont elle a prévu l'arrêt définitif, en 2017. Dans l'ensemble, l'expérience montre que les pays de l'AEN dotés de programmes électronucléaires ont pris l'engagement de mettre à profit aussi bien les enseignements en matière d'amélioration de sûreté, que les leçons tirées du démantèlement des centrales et de l'assainissement des sites.

Protection radiologique

La fin de 2015 marque l'approche du cinquième jour anniversaire de l'accident survenu à la centrale de Fukushima Daiichi. La zone de 20 km autour du site de l'accident et les zones d'évacuation étendue sont en cours de décontamination active, sous la direction des autorités nationales, responsables de la gestion et de la mise en œuvre des opérations. Les résidents sont désormais autorisés à revenir dans certaines zones décontaminées. Au-delà des zones d'évacuation, la décontamination des secteurs touchés se poursuit également, sous la direction et la gestion des autorités municipales. Les niveaux d'exposition individuelle sont en baisse : en de nombreux endroits, les valeurs moyennes de la dose annuelle individuelle avoisinent 1 mSv/an ou moins. Cependant, malgré ces progrès, les perturbations sociales causées par le séisme, le tsunami et l'accident nucléaire restent très importantes. Quelque 100 000 personnes sont toujours dans l'impossibilité de regagner leur domicile, ou ont choisi de ne pas y retourner. La production agricole a globalement baissé, et continue souvent de pâtir du fait qu'elle provient de Fukushima.

L'expérience japonaise continue de nous apporter des enseignements généraux transposables au-delà du Japon. S'agissant des leçons pour les pouvoirs publics, les autorités nationales ont de moins en moins la responsabilité des actions de protection au fil du temps, même si elles continuent de soutenir ces actions. La modélisation sur la base de données de caractérisation applicables à de vastes zones est utile pour la priorisation des mesures de soutien et l'affectation des ressources, mais comme il n'existe ni « personne moyenne » ni « préoccupation moyenne », les problèmes doivent être, à chaque fois que possible, résolus au cas par cas. Les ressources que demandent ces efforts sont conséquentes, donc doivent être planifiées. À cet effet, il serait efficace de suivre une approche nationale intégrée, qui tienne compte de tous les risques. Comme il est très difficile d'instaurer la confiance, des experts devraient être formés à interagir avec le public afin de favoriser les échanges efficaces et non conflictuels. L'établissement et le maintien de la confiance sont des processus à long terme qui peuvent être facilités par des spécialistes qui sont, et demeurent, en contact direct avec la communauté locale. Pour que les parties prenantes aient confiance dans les pouvoirs publics, les pouvoirs publics doivent avoir confiance dans les parties prenantes.

S'agissant des leçons qui concernent les populations touchées, l'expérience montre qu'elles sont capables d'apprendre les principes pratiques de la radioprotection et de faire les bons choix pour se protéger et protéger leur famille. Les connaissances nécessaires à la compréhension des doses et des risques proviendront d'experts de confiance. Par exemple, il est facile de faire des mesures, mais leur analyse exige de disposer d'informations scientifiques supplémentaires. Établir le contexte radiologique adéquat et pouvoir juger de la situation demandent du temps, en particulier si le support approprié n'est pas fourni. En général, les mesures de l'exposition annuelle montrent que les expositions réelles peuvent être bien inférieures aux expositions estimées par des modélisations fondées sur des mesures du débit de dose ambiant et des hypothèses comportementales. Le retour à la normale est « attesté » quand « le nouvel ordinaire » est devenu « l'ordinaire ». Les aspects relatifs à la radioprotection, dans le contexte de l'implication des parties prenantes dans le retour à la normale, devraient être axés en priorité sur le support technique à long terme, qui peut exiger beaucoup de ressources. Une fois encore, la confiance est nécessaire et essentielle pour une participation fructueuse des parties prenantes.

La science de la radioprotection a continué de progresser en 2015. Une nouvelle étude épidémiologique, de puissance statistique élevée, est en cours. Portant sur une cohorte très vaste (d'où son surnom de *million-man study* en anglais) et relativement bien documentée de travailleurs exposés à des rayonnements ionisants aux États-Unis, elle devrait nous permettre de mieux comprendre les effets sanitaires des faibles doses de rayonnements. Parallèlement, des études se poursuivent sur des cohortes du sud de l'Oural, à savoir des travailleurs exposés du complexe nucléaire Maïak, ainsi que des populations exposées qui vivent le long de la rivière Tetcha. Comme dans toute étude épidémiologique, il peut être difficile d'évaluer les doses avec précision. Néanmoins, les résultats suggèrent que des expositions chroniques présentent un risque analogue aux expositions aiguës. Par ailleurs, des études continuent d'indiquer que des risques statistiquement significatifs (par exemple, incidence de cancer et décès causé par un cancer) peuvent être associés à des expositions à des doses comprises entre 50 et 100 mSv, et que le modèle linéaire sans seuil de la courbe dose-effet reste potentiellement valide pour décrire les données existantes.

C'est en Europe que les recherches en science de la radioprotection et les études d'application des effets de faibles doses semblent avoir le plus avancé. Les efforts se poursuivent en matière de coordination internationale, à large échelle, des études.

Sciences nucléaires

Au cours des dix dernières années, la disponibilité de plus en plus réduite des installations de recherche nucléaire a fait apparaître des lacunes dans les moyens d'expérimentation. Cette tendance mondiale



CEA, Lesenechal

Le réacteur Jules Horowitz à Cadarache, France.

est constatée par de nombreux pays membres de l'AEN. De ce fait, on fait de plus en plus attention à l'utilisation de ces installations. Si, historiquement, les installations de recherche répondaient à des besoins multiformes de recherche fondamentale, de soutien des applications commerciales des technologies nucléaires et de formation de personnel hautement qualifié, on observe désormais un net glissement au profit de cette dernière activité car il est nécessaire de remplacer les spécialistes qui manquent, afin de disposer de l'expertise requise pour améliorer les technologies nucléaires existantes et mettre au point des systèmes inédits. Cette pénurie de main d'œuvre devrait s'amplifier, compte tenu de la démographie des personnels du nucléaire. Diverses mesures ont été prises pour remédier au problème : les États-Unis ont récemment relancé des installations critiques ; la Russie a décidé de moderniser des installations BFS et poursuit également le développement du réacteur MBIR appelé à remplacer le BOR-60, ce qui devrait moderniser les capacités de recherche sur les réacteurs rapides. Certains investissements, dans la modernisation du réacteur d'essai avancé (Advanced Test Reactor) et de l'installation d'essai de transitoires de réacteurs (Transient Reactor Test Facility – TREAT) aux États-Unis, et dans le programme de recherche CABRI en France, permettront également de renforcer les capacités d'expérimentation. La France continue aussi de construire le réacteur Jules Horowitz (RJR), qui dotera l'Europe de capacités supplémentaires de recherche à haut flux. Les infrastructures nouvelles et existantes sont de plus en plus utilisées pour la formation des personnels du pays où elles sont implantées mais, dans le même temps, elles tendent à devenir « ouvertes à des collaborateurs externes », ce qui signifie que des tierces parties, y compris des universités, peuvent soumettre des propositions pour y conduire des expériences. Ce système offre aux scientifiques davantage de possibilités de mener des recherches axées sur l'expérimentation, donc de valider de façon plus robuste les codes de calcul haute performance récents que l'augmentation de la puissance des ordinateurs au cours de la dernière décennie a permis de développer.

Les progrès de l'informatique ont permis de mettre au point des méthodes de simulation couplée, multiphysique ou multi-échelle, qui nécessitent de

nouvelles stratégies de validation pour confirmer la crédibilité des simulations. Cette transition des phénomènes découplés vers les phénomènes couplés oblige la communauté nucléaire à concevoir de nouvelles approches, et notamment de nouvelles techniques de mesure pour obtenir des données aux échelles et aux résolutions requises lors des expériences intégrales. De nouveaux besoins de validation apparaissent également du fait de l'utilisation de plus en plus fréquente de méthodes réalistes de type BEPU (*best estimate plus uncertainty*) pour l'analyse des accidents et pour l'extrapolation au-delà de l'horizon des expériences disponibles pour la gestion du cycle du combustible, des actinides mineurs et des déchets radioactifs. Dans l'ensemble, il s'agit de fournir des estimations rigoureuses des incertitudes, qui puissent aider à maximiser les performances tout en garantissant les marges de sûreté appropriées.

Droit nucléaire

Tous les efforts visant à garantir de hauts niveaux de sûreté nucléaire, aussi considérables soient-ils, ne peuvent réduire à zéro le risque qu'un accident se produise dans une installation nucléaire (c'est-à-dire, non seulement une centrale nucléaire, mais aussi toute installation dans laquelle se trouve du combustible nucléaire, des substances nucléaires, des produits radioactifs ou des déchets radioactifs) ou pendant le transport de substances nucléaires d'une installation vers une autre. Comme l'ont montré les accidents de Three Mile Island (1979), Tchernobyl (1986) et Fukushima Daiichi (2011), les accidents graves peuvent avoir des conséquences très diverses, qui peuvent se faire sentir à de très grandes distances, et qui touchent aussi bien la population que les biens.

Il est aujourd'hui largement admis qu'il est important d'établir des régimes de responsabilité civile nucléaire qui répondent aux inquiétudes de tous les pays risquant d'être concernés par un accident, en vue de garantir une réparation appropriée des dommages nucléaires. À ce jour, 24 des 31 pays membres de l'AEN ont adhéré à l'une ou l'autre des conventions

internationales sur la responsabilité civile nucléaire. Depuis l'accident de Fukushima Daiichi, les pays – et surtout ceux qui viennent d'entrer sur le marché nucléaire ou qui envisagent de le faire (comme l'Arabie saoudite, la Jordanie et le Kazakhstan) – tendent à adhérer au régime renforcé de la Convention de Vienne, c'est-à-dire au Protocole d'amendement de la Convention de Vienne. Cependant, le fait le plus marquant de l'année est l'entrée en vigueur de la Convention sur la réparation complémentaire des dommages nucléaires (CRC), le 15 avril 2015, soit 18 ans après son adoption. En décembre 2015, la CRC comptait sept parties contractantes.

Les États membres de l'AEN signataires des Protocoles de 2004 portant modification de la Convention de Paris et de la Convention du 31 janvier 1963 complémentaire à la Convention de Paris du 29 juillet 1960 (Convention complémentaire de Bruxelles) continuent d'avancer vers la transposition en droit national des dispositions de ces protocoles, pour augmenter substantiellement le montant de réparation disponible, étendre la couverture à de nouveaux types de dommages, et s'assurer qu'un plus grand nombre de victimes sont en droit d'être indemnisées. Presque tous les signataires des deux protocoles sont maintenant prêts à déposer leurs instruments de ratification. Cependant, la décision 2004/294/CE du Conseil de l'UE du 8 mars 2004 exige des onze parties contractantes à la Convention de Paris qui sont aussi membres de l'UE qu'elles prennent les mesures nécessaires pour déposer simultanément leurs instruments de ratification ou d'adhésion au Protocole de 2004 portant modification de la Convention de Paris. L'Italie et le Royaume-Uni devraient adopter une loi de ratification et d'application, ce qui devrait permettre une entrée en vigueur des Protocoles de 2004 d'ici à 2017. La Belgique, l'Espagne, la Finlande, la France et les Pays-Bas ont déjà adopté une législation transitoire qui, dans l'attente de l'entrée en vigueur des Protocoles de 2004, transpose en droit national les nouveaux montants de réparation. On trouvera de plus amples informations sur la Convention de Paris à l'adresse : www.oecd-nea.org/law/paris-convention.html.

L'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi et l'AEN

Réglementation nucléaire

Depuis l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi en mars 2011, l'AEN fournit une assistance directe aux autorités japonaises afin de les aider à concevoir et réaliser leurs évaluations de sûreté et tests de résistance nationaux, à définir les grandes lignes d'une réforme efficace de leur réglementation, et à favoriser les meilleures pratiques en matière d'assainissement des sols contaminés par des matières radioactives et de planification et de gestion efficace des activités de décontamination et de démantèlement.

L'Agence a organisé de nombreuses activités internationales, parmi lesquelles des projets communs de recherche et des réunions entre autorités de sûreté, experts en sûreté nucléaire, spécialistes de la santé publique et parties prenantes de la société civile. Pour faire suite à la parution en 2013 d'une synthèse de ses principales actions et des mesures prises par ses pays membres au lendemain de l'accident de Fukushima Daiichi (*The Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident: OECD/NEA Nuclear Safety Response and Lessons Learnt*), elle a préparé un rapport, à paraître en 2016, sur les cinq ans écoulés depuis l'accident.

Ce rapport donne une vue d'ensemble des résultats des activités menées par l'AEN pour traiter les questions de sûreté soulevées par les enseignements tirés de l'accident. L'objectif est essentiellement de présenter les initiatives prises depuis 2011 par l'AEN et ses pays membres pour continuer de renforcer la sûreté. Élaboré sous la conduite du Comité sur les activités nucléaires réglementaires (CNRA) de l'AEN, le projet a également bénéficié de contributions du Comité sur la sûreté des installations nucléaires (CSNI) de l'AEN, du Comité de protection radiologique et de santé publique (CRPPH) de l'AEN et du Comité du droit nucléaire (NLC) de l'AEN.

Les comités de l'AEN ont mené à bien les activités de court terme et hautement prioritaires lancées autour des questions soulevées par l'accident, notamment l'éventage-filtration des enceintes de confinement, la gestion du risque hydrogène et les codes de calcul associés, et les études probabilistes de sûreté (EPS) relatives aux agressions externes d'origine naturelle comme les séismes. Des rapports ont été produits sur ces thèmes, ainsi que sur d'autres comme les piscines de combustible usé en cas d'accident de perte de refroidissement et de perte de réfrigérant, les marges de sûreté applicables aux composants métalliques soumis à de fortes sollicitations sismiques, et la robustesse des systèmes électriques des centrales compte tenu des leçons de l'accident de Fukushima Daiichi.

Par ailleurs, l'AEN poursuit d'autres initiatives importantes. Par exemple, un nouveau Groupe de travail sur les événements externes (WGEV) a été formé en 2015 pour améliorer la compréhension et la gestion

des agressions externes et ainsi appuyer les efforts engagés dans les pays membres de l'AEN pour maintenir les performances de sûreté des installations nucléaires et rendre les pratiques réglementaires plus efficaces. De plus, un Groupe d'experts à haut niveau sur les opportunités de recherche en sûreté nucléaire post-Fukushima (SAREF) procède actuellement à l'examen des domaines possibles de collaboration internationale, et mène des travaux, qui progressent rapidement, sur les recherches qu'il pourrait être utile de mener en sûreté nucléaire pour combler les lacunes de connaissances dans ce domaine et appuyer le démantèlement sûr, et dans les meilleurs délais, des réacteurs de Fukushima Daiichi. Le projet d'étude comparative de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi (BSAF), lancé en 2012 pour améliorer les codes de calcul des accidents graves, analyser la progression de l'accident et examiner l'état actuel du cœur, continue d'apporter un soutien aux activités de démantèlement et d'assainissement : un rapport est paru en 2015 sur la première phase, consacrée aux six premiers jours de l'accident, et la deuxième phase, à laquelle 11 pays membres de l'AEN participent, a maintenant commencé. Couvrant une échelle de temps plus longue, cette deuxième phase consiste à analyser le comportement des produits de fission.

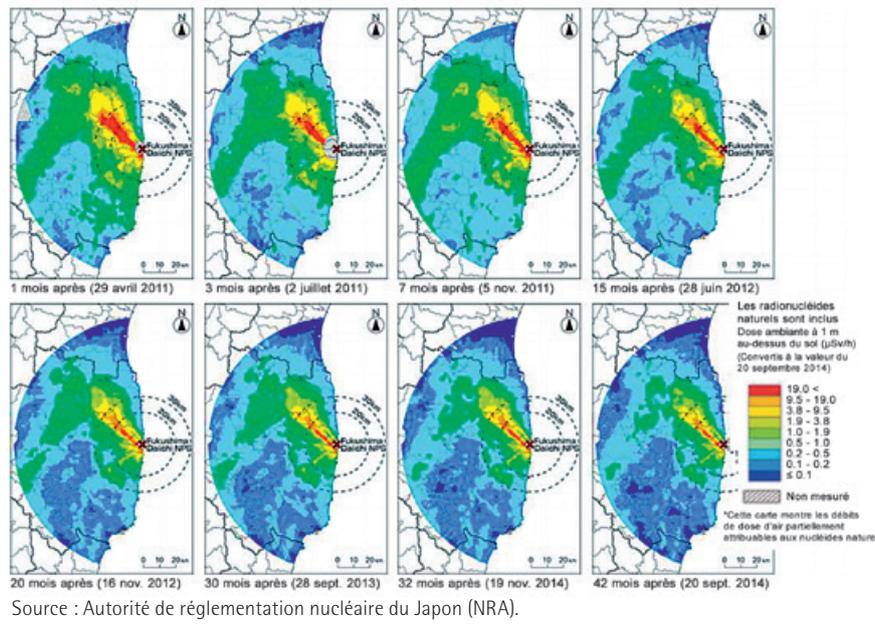
Sûreté nucléaire : défense en profondeur

Le Groupe d'experts à haut niveau sur la défense en profondeur (STG-DiD) de l'AEN a achevé son guide sur la défense en profondeur, qui contient des recommandations pour l'amélioration de la mise en œuvre de ce principe. Il y observe notamment que l'utilisation du concept de défense en profondeur reste valide après l'accident de Fukushima Daiichi. En effet, les enseignements tirés de l'accident et l'impact de ce dernier sur la mise en œuvre de la défense en profondeur ont confirmé l'importance fondamentale de ce principe pour assurer des niveaux de sûreté appropriés. Le guide contient des recommandations d'amélioration de la mise en œuvre et de l'utilisation du principe de la défense en profondeur, compte tenu des enseignements tirés de l'accident de Fukushima Daiichi.

Protection radiologique

À la fin de 2015, soit près de cinq ans après l'accident, d'importants travaux de décontamination et d'infrastructure avaient été accomplis, aussi bien dans les zones évacuées gérées par les autorités nationales qu'au-delà de ces zones, dans les secteurs gérés par les autorités municipales. De nombreux habitants, demeurés dans la préfecture de Fukushima, travaillent principalement avec des experts locaux pour tenter de comprendre la nature radiologique de leur situation et ajuster leur vie à leur nouvelle réalité. Cependant,

Figure 1 : Évolution de la radioactivité dans les zones touchées



il reste des problèmes à résoudre, concernant tant la contamination que les structures, et beaucoup des personnes évacuées ne sont pas revenues, en particulier les jeunes et les familles avec de jeunes enfants. Certaines des zones initialement évacuées sont maintenant décontaminées et leur caractérisation radiologique est achevée, de sorte que leurs anciens résidents ont été autorisés à retourner y vivre s'ils le souhaitent.

Décontamination

Les niveaux de contamination enregistrés dans la préfecture de Fukushima baissent régulièrement, principalement sous l'effet de la décroissance radiologique naturelle. La figure 1 montre l'évolution de l'empreinte de contamination due à l'accident.

Les zones touchées de la préfecture restent divisées en deux catégories : d'une part, les zones qui seront décontaminées et gérées par les autorités nationales (il s'agit globalement de la zone de 20 km autour de la centrale et de la zone d'évacuation au nord-ouest) et, d'autre part, les zones qui seront décontaminées et gérées, via la préfecture, par les municipalités touchées. Cette délimitation a été établie à partir de modélisations des doses annuelles, inférieures ou supérieures à 20 mSv/an.

Cette délimitation des zones est fixée par la loi japonaise d'août 2011 sur les mesures spéciales relatives à la gestion de la pollution radioactive. Aux termes de cette loi, entrée en vigueur en janvier 2012, les autorités nationales et municipales doivent élaborer des plans

Figure 2 : Situation dans les zones évacuées

Les ordres d'évacuation sont toujours en vigueur dans ces municipalités

- Zone 1** Dose < 20 mSv/an
Ordre d'évacuation prêt à être levé
- Zone 2** 20 mSv/an < Dose < 50mSv/an
Résidence non autorisée pour l'instant
- Zone 3** 50 mSv/an < Dose*
Résidence non autorisée

* La dose cumulée annuelle ne devrait pas baisser jusqu'à 20 mSv en 2016.

Source : Le ministère de l'Économie, du Commerce et de l'Industrie (METI).
www.meti.go.jp/english/earthquake/nuclear/roadmap/pdf/150905MapOfAreas.pdf.

(5 septembre 2015)

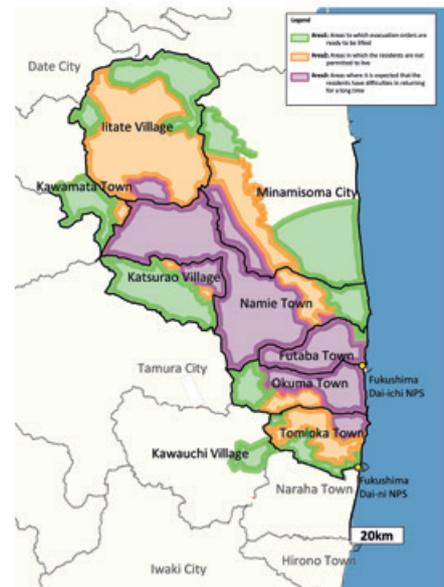


Tableau 1 : Avancement des activités de décontamination gérées par les autorités nationales

Préfecture	Population dans la zone visée (nombre approximatif de personnes)	Superficie de la zone visée (nombre approximatif d'ha.)	Avancement des activités de décontamination (à la fin d'octobre 2015)				Calendrier	
			Plan de décontamination	Site d'entreposage	Accord des propriétaires, etc.	Activités de décontamination	Zones résidentielles achevées	Autres zones achevées
Tamura	400	500	avril 2012	sécurisé	terminé	terminé en juin 2013	terminé à l'exercice 2013*	
Naraha	7 700	2 100	avril 2012	sécurisé	terminé	terminé en mars 2014	terminé à l'exercice 2013*	
Kawauchi	400	500	avril 2012	sécurisé	terminé	terminé en mars 2014	terminé à l'exercice 2013*	
Okuma	400	400	déc. 2012	sécurisé	terminé	terminé en mars 2014	terminé à l'exercice 2013*	
Iitate	6 000	5 600	mai 2012	sécurisé	presque terminé	en cours	terminé à l'exercice 2015*	2016
Minamisoma	13 300	6 100	avril 2012	~ 90 % sécurisé	~ 90 %	en cours	exercice 2015*	exercice 2016*
Kawamata	1 200	1 600	août 2012	sécurisé	presque terminé	en cours	terminé à l'exercice 2014*	2015
Katsurao	1 400	1 700	sept. 2012	sécurisé	presque terminé	en cours	terminé à l'exercice 2014*	2015
Namie	18 800	3 300	nov. 2012	~ 70 % sécurisé	~ 90 %	en cours	exercice 2015*	exercice 2016*
Tomioka	11 300	2 800	juin 2013	sécurisé	presque terminé	en cours	exercice 2015*	exercice 2016*
Futaba	300	200	juillet 2014	sécurisé	~ 80 %	en cours	exercice 2015*	

*Exercice = exercice fiscal. Au Japon, l'exercice fiscal court du 1^{er} avril au 31 mars.

de mise en œuvre de la décontamination et mettre en place des projets de décontamination (collecte, transfert, entreposage et stockage). Les catégories de zones définies par la loi sont celle des zones dites de décontamination spéciale et celle des zones dites d'étude intensive de la contamination (voir la figure 2).

C'est dans les zones de décontamination spéciale – les 11 municipalités de l'ancienne zone à accès restreint ou zone d'évacuation planifiée (à moins de 20 km de la centrale, là où la dose cumulée annuelle dépasse 20 mSv) – que la décontamination est assurée par les autorités nationales. Ces municipalités comprennent l'ensemble des territoires de Naraha, Tomioka, Okuma, Futaba, Namie, Katsurao et Iitate, et certaines parties de Tamura, Minamisoma, Kawamata et Kawauchi.

À la fin de 2015, la décontamination de Tamura, Kawauchi et Naraha était suffisante pour que les autorités nationales autorisent les anciens résidents à rentrer chez eux à titre permanent. Peu d'entre eux ont pour l'instant choisi de le faire. À Katsurao, Kawamata et Minamisoma, la décontamination a bien avancé et les préparatifs destinés à permettre aux anciens habitants de revenir ont commencé. Le tableau 1 présente l'avancement des activités de décontamination dans les différentes municipalités.

Gestion des aliments contaminés

L'une des principales préoccupations depuis l'accident est la gestion des aliments en provenance des zones touchées. Les limites actuelles de contamination des aliments sont fondées sur deux hypothèses prudentes

qui supposent que 50 % de la consommation est contaminée à cette valeur et que cela devrait entraîner une dose inférieure à 1 mSv/an pour les personnes les plus exposées. Sur la base de ces hypothèses, les valeurs limites sont les suivantes : denrées alimentaires en général (100 Bq/kg), lait (50 Bq/kg), aliments pour bébé (50 Bq/kg) et eau potable (10 Bq/kg).

Grâce à d'importants efforts engagés pour réduire la fixation de la contamination par les plantes, avec le césium-137 comme cible principale et le recours à des techniques telles que les engrais au potassium ou l'enlèvement de l'écorce contaminée des arbres fruitiers, le nombre d'échantillons au-delà de la limite a considérablement diminué pour diverses catégories d'aliments entre 2011 et 2014 (voir le tableau 2). La contamination réelle d'aliments a été rare, en particulier ceux des circuits de distribution. De nombreuses mesures effectuées sur le riz dans la région ont montré, d'une part, que la contamination était faible et, d'autre part, qu'un excellent réseau de contrôle des produits agricoles était en place. Bien qu'ils opèrent de manière relativement indépendante, les autorités nationales, ainsi que les agriculteurs et les acteurs de la distribution alimentaire, continuent de mesurer la contamination des aliments en provenance des zones touchées, avant leur mise en vente.

Activités en cours

Si beaucoup de progrès ont déjà été réalisés, il reste néanmoins fort à faire dans la préfecture de Fukushima, tant sur le terrain qu'au niveau social. Les pouvoirs publics japonais poursuivent leurs activités dans les domaines suivants : contrôle

Tableau 2 : Analyse des échantillons alimentaires

Catégorie	Nombre d'échantillons Exercice fiscal 2014*	Échantillon > limite			
		Exercice 2014 (nombre)	Exercice 2014 (%)	Exercice 2013* (%)	Exercice 2011* (%)
Riz	10 990 000	0	0,0003	0,0003	2,2
Haricots	2 586	2	0,1	0,4	2,3
Légumes	16 712	0	0	0	3,0
Fruits	3 302	0	0	0	7,7
Thé	206	0	0	0	8,6
Lait	1 846	0	0	0	0,4

*Exercice = exercice fiscal. Au Japon, l'exercice fiscal court du 1^{er} avril au 31 mars.

de l'environnement, décontamination, distribution d'aliments sûrs, suivi médical des résidents, suivi médical des travailleurs de la centrale, assistance aux résidents qui décident de rentrer chez eux, travaux de reconstruction, indemnisation des résidents et démantèlement de la centrale de Fukushima Daiichi.

Défis à relever

Les activités d'assainissement des différentes zones touchées ont également bien avancé mais, là encore, il reste à faire, en particulier pour répondre aux préoccupations individuelles de la population. La reconstruction sociale, primordiale, consiste à communiquer des informations et à prodiguer des conseils à la fois aux personnes évacuées pour les aider à décider si elles rentreront chez elles, et aux personnes demeurées sur place pour les aider à choisir entre rester et partir. Les préoccupations dépassent de loin les aspects radiologiques : plus précisément, il s'agit de s'assurer qu'il y a suffisamment d'écoles, d'hôpitaux, de magasins, d'infrastructures et d'emplois. Ces facteurs, ainsi que les risques que courent les enfants, semblent être les plus importants pour les citoyens de la préfecture de Fukushima. Il est essentiel pour les personnes touchées d'être correctement informées et soutenues dans leurs décisions quant à leur futur lieu de résidence et leurs futures conditions de vie.

L'un des problèmes plus importants apparus à ce jour pendant les activités dans la région est celui du renforcement de la confiance dans l'État japonais, une confiance sérieusement entamée par l'accident. L'AEN a fortement soutenu les travaux de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) avec les parties prenantes de la préfecture de Fukushima. Ces efforts indiquent que les initiatives de décontamination des autorités nationales ont peu d'influence sur les actions des parties prenantes car celle-ci tend à se méfier des travaux et des mesures réalisés par l'État. Le rétablissement de la confiance dans l'État serait une étape importante pour améliorer l'efficacité des efforts publics considérables engagés pour surmonter les conséquences de l'accident.

Mais l'une des difficultés demeure, encore aujourd'hui, l'ampleur sans précédent de l'épreuve, et la nécessité pour les experts de répondre aux préoccupations spécifiques de chaque personne ou, du moins,

de petits groupes de personnes. Ces experts doivent garder à l'esprit qu'il n'existe aucune préoccupation « moyenne » et que le rétablissement de la confiance passe par la transmission de conseils qui répondent de façon adaptée aux préoccupations de chacun.

Gestion des déchets radioactifs

Depuis l'accident de Fukushima Daiichi, environ 1 000 000 m³ de déchets radioactifs de toutes sortes ont été entreposés sur le site de Fukushima Daiichi. Ce volume devrait augmenter une fois que les grands travaux de déconstruction et de démantèlement des réacteurs et des bâtiments auront commencé.

Le Groupe d'experts de l'AEN sur la R-D concernant la gestion des déchets et le démantèlement à Fukushima (EGFWMD) a pour mission de fournir des conseils au sujet de la gestion des grandes quantités de déchets aux propriétés complexes que l'on trouve sur le site de Fukushima Daiichi, et de favoriser le partage d'expérience au sein de la communauté internationale. L'EGFWMD est composé d'experts internationaux ayant l'expérience de précédents accidents nucléaires, d'experts japonais et de spécialistes de la gestion des déchets qui travaillent au Secrétariat de l'AEN. Ces experts, très compétents dans le domaine de la gestion des déchets pendant une contamination radiologique, ou dans celui de la R-D en démantèlement et en gestion des déchets, par exemple après les accidents de Three Mile Island ou de Tchernobyl, devraient fournir des avis techniques sur la gestion des déchets et la R-D applicables au site de Fukushima Daiichi.

Depuis sa création en 2014, l'EGFWMD a tenu quatre réunions et organisé deux visites de site, la première à la centrale de Fukushima Daiichi et la deuxième à la centrale de Tchernobyl (Ukraine). Il publiera en 2016 un rapport d'information sur les résultats de ses recherches consacrées à la gestion des déchets à Fukushima Daiichi. Ce rapport identifiera les écarts entre l'expérience passée, qu'elle porte sur des accidents nucléaires ou des situations de contamination, et les activités en cours sur le site, dans différents domaines techniques tels que la caractérisation radiologique, la classification des déchets et la stratégie de stockage des déchets ultimes. Les aspects humains tels que la concertation avec les parties prenantes et les relations entre l'autorité de sûreté et le gestionnaire des déchets seront également abordés.

Activités de l'AEN par secteur

Développement de l'énergie nucléaire

L'objectif de l'AEN dans ce domaine est de procurer aux gouvernements et à d'autres parties prenantes pertinentes des informations fiables et faisant autorité concernant les performances actuelles et la viabilité future de la production électronucléaire – y compris les analyses économiques et de ressources, l'opinion et les perceptions du public, les avancées de la technologie et du cycle du combustible nucléaires, les données relatives à la production d'électricité, ainsi que la gestion des connaissances nucléaires – et fournir des prévisions sur le rôle futur de l'énergie nucléaire dans la perspective du développement durable et dans le contexte des politiques énergétiques nationales et internationales. Les agents collaborent étroitement dans ce domaine avec le Comité chargé des études techniques et économiques sur le développement de l'énergie nucléaire et le cycle du combustible (NDC) et ses groupes d'experts. La nature transversale de ce domaine suppose des efforts concertés de la part des agents qui assurent la coordination avec d'autres secteurs, comités et groupes de travail de l'AEN, selon les besoins.

Faits marquants

- L'AEN a publié *Projected Costs of Generating Electricity – 2015 Edition*, qui analyse le coût moyen actualisé de l'électricité dans chacune des principales filières de production.
- L'édition 2015 de *Technology Roadmap: Nuclear Energy* a été publiée en janvier, conjointement avec l'Agence internationale de l'énergie (AIE).
- L'AEN et l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) ont participé à la COP21 à Paris, où elles ont organisé des manifestations parallèles pour présenter les possibilités qu'offre l'énergie nucléaire de combattre le changement climatique mondial.
- L'AEN a lancé l'initiative pour l'innovation nucléaire à l'horizon 2050 (NI2050) pour évaluer les plans de recherche-développement (R-D) actuellement élaborés dans le domaine de l'énergie nucléaire, aider à définir leurs priorités et encourager leur mise en œuvre via la coopération.
- Un rapport intitulé *Nuclear New Build: Insights Into Financing and Project Management* a été publié en juillet.
- L'AEN a également publié l'édition 2015 des *Données sur l'énergie nucléaire* (le « Livre brun »), qui contient des informations officielles sur les dernières évolutions du secteur de l'énergie nucléaire dans ses pays membres et des projections de la puissance installée totale et nucléaire ainsi que des besoins du cycle du combustible jusqu'en 2035.
- Le Groupe à haut niveau sur la sécurité d'approvisionnement en radioisotopes à usage médical (HLG-MR) a obtenu un quatrième mandat pour la période 2015-2017.

Coûts prévisionnels de production de l'électricité

La huitième édition de *Projected Costs of Generating Electricity*, publiée en août, analyse le coût moyen actualisé de l'électricité (LCOE) de chacune des principales filières de production et propose un certain nombre de conclusions intéressantes pour les décideurs. S'appuyant sur des données relatives à davantage de technologies et de pays que les éditions antérieures, elle montre que les facteurs de coûts des différents moyens de production restent propres à chaque marché et à chaque technologie. Les technologies bas carbone requièrent toujours d'importants investissements et leur coût global est étroitement lié au coût du capital. Le coût relatif de l'électricité produite par les centrales à charbon et à gaz naturel se révèle très dépendant du coût des combustibles et de la tarification des émissions de CO₂, lorsque cette dernière est pleinement appliquée. Parmi les tendances essentielles qui se dégagent figure la baisse, depuis

ces dernières années, du coût de la production d'origine renouvelable, du fait d'une amélioration des technologies utilisées et du soutien renouvelé des pouvoirs publics. Le rapport montre également que les coûts de l'énergie nucléaire restent comparables à ceux des autres technologies de base, bien que d'autres rapports maintiennent le contraire. La structure du marché, le contexte réglementaire et les dotations en ressources sont trois facteurs essentiels dans la détermination du coût moyen actualisé de tout investissement.

Technology Roadmap: Nuclear Energy – 2015 Edition (AEN/AIE)

Selon le scénario 2 degrés (2DS) qui y est présenté, l'énergie nucléaire jouera un rôle majeur dans la décarbonation du secteur mondial de l'électricité. Comme cela a été indiqué plus haut, les projections donnent une puissance installée de plus de 930 GW (bruts) en 2050 contre un peu moins de 400 GW à l'heure actuelle, et une part du nucléaire dans la

production mondiale d'électricité établie à 17 % au lieu de 11 %. Le nucléaire devrait donc s'imposer comme la principale source d'électricité en 2050 et la technologie permettant d'éviter le plus d'émissions cumulées de CO₂ au cours des prochaines décennies. La feuille de route décrit les avancées technologiques qui pourraient étayer cette croissance, notamment les progrès de l'exploitation à long terme des centrales, le renforcement de la sûreté et la meilleure compétitivité des réacteurs de troisième génération et des concepts plus innovants comme les petits réacteurs modulaires ou les réacteurs de quatrième génération. Elle relève aussi un certain nombre de difficultés et recommande des mesures que les pouvoirs publics, l'industrie, les établissements de recherche ou les institutions financières pourraient prendre pour favoriser davantage le développement de l'énergie nucléaire. La traduction chinoise de la feuille de route est parue en novembre.

L'énergie nucléaire à la COP21

Les 10 et 11 décembre 2015, l'AEN et l'AIEA ont organisé deux manifestations parallèles autour des raisons pour lesquelles « le climat a besoin de l'énergie nucléaire » à l'occasion de la 21^e Conférence des Parties (COP21). Leur objectif était de mettre en avant le rôle de l'énergie nucléaire, qui pourra contribuer à limiter le réchauffement moyen de la planète à 2°C par rapport à l'ère préindustrielle. Pour éviter de dépasser ce seuil critique, il faut en principe décarboner le secteur mondial de l'électricité, actuellement responsable de 40 % des émissions mondiales de carbone, d'ici à 2050. Pour y parvenir, les projections indiquent que la part de l'énergie nucléaire dans la production mondiale d'électricité devrait passer de 11 % en 2014 à 17 % en 2050, et la puissance installée de 396 GW à 930 GW. Unique source d'électricité dispatchable et modulable sobre en carbone, le nucléaire resterait la principale technologie de production d'électricité bas carbone après l'hydraulique.

Outre la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES), les représentants de l'AEN et de l'AIEA à la COP21 ont mis en avant d'autres avantages de l'énergie nucléaire, du point de vue du développement économique en général et de la sécurité d'approvisionnement énergétique, par exemple.

Initiative Innovation nucléaire 2050 (NI2050)

L'initiative NI2050 vise à répondre à la question de savoir si les programmes et ressources de R-D actuels, ainsi que les démonstrations prévues, suffiront à encourager l'innovation nécessaire dans les technologies de la fission nucléaire, pour que cette dernière puisse remplir son rôle dans notre futur paysage décarboné. Pour cela, elle compte évaluer les programmes actuels, participer à la définition des priorités de R-D dans le domaine de la fission nucléaire et encourager leur mise en œuvre via la coopération. Lors de l'atelier consacré à l'initiative NI2050 qui s'est tenu à Paris en juillet 2015, les représentants des pays membres de l'AEN et les responsables des organismes de recherche sont convenus d'organiser les futurs travaux en trois

phases : i) collecter des informations sur les programmes et infrastructures de R-D existants dans le domaine de la fission nucléaire ; ii) définir les axes et sujets de R-D prioritaires ; iii) déterminer de possibles cadres de coopération pour traiter plus efficacement les besoins et lacunes identifiées lors des phases 1 et 2.

Un questionnaire relatif aux programmes et infrastructures de R-D existants a été adressé aux représentants des pays membres de l'AEN fin septembre 2015. La première réunion du groupe consultatif chargé d'orienter et de superviser le travail des experts s'est tenue début octobre 2015. Les phases 1 et 2 du projet devront être achevées d'ici la fin de 2016, et un atelier final est prévu au terme de la phase 2 pour passer en revue les résultats obtenus et étudier les futures étapes possibles.

Construction de centrales nucléaires

Un rapport intitulé *Nuclear New Build: Insights Into Financing and Project Management* a été publié en juillet, sous la direction du Groupe de travail sur l'économie de l'énergie nucléaire (WPNE) de l'AEN. Se fondant sur une analyse conceptuelle, des avis d'experts et sept études de cas approfondies, cette étude propose un tour d'horizon des principales difficultés qui s'opposent à la construction de centrales nucléaires ainsi que des solutions pour les surmonter. Du fait de la forte intensité capitalistique de l'énergie nucléaire, comparable à celle des autres technologies bas carbone, les investisseurs doivent injecter dans le projet une part importante des coûts de l'ensemble de la durée de vie de l'installation préalablement à sa mise en service. Par ailleurs, en raison de coûts fixes élevés, les tranches nucléaires sont plus vulnérables aux baisses des prix de l'électricité et se trouvent donc plus exposées aux risques de marché que d'autres moyens de production dispatchables comme les centrales thermiques à gaz ou à charbon. Il ressort de cette étude que la stabilité des revenus constitue un facteur déterminant des investissements dans les projets nucléaires. Les mécanismes de fixation des prix, les accords d'achat d'électricité moyennant des prix garantis, les contrats à long terme et les contrats d'écart compensatoire sont quelques exemples des instruments actuellement disponibles. S'agissant de la gestion de la construction et de la chaîne d'approvisionnement, la convergence des codes d'ingénierie et des normes de qualité à l'échelle mondiale reste déterminante pour favoriser la concurrence tout en assurant la confiance du public. Par ailleurs, l'achèvement de la conception avant le démarrage de la construction, la planification de la chaîne d'approvisionnement en amont et des notions non strictement techniques telles que le leadership, l'esprit d'équipe et la confiance, s'imposent également comme des éléments déterminants de la construction de centrales nucléaires.

Données et ressources

Les *Données sur l'énergie nucléaire 2015* (le « Livre brun ») sont parues en octobre. Cette publication contient des informations communiquées par les gouvernements des pays membres sur les dernières

évolutions observées dans le secteur de l'énergie nucléaire, dont des projections de la puissance installée totale et nucléaire ainsi que les besoins du cycle du combustible jusqu'en 2035. Si la production totale d'électricité de la zone OCDE a légèrement baissé entre 2013 et 2014 (0.3 %), la production d'électricité d'origine nucléaire, elle, a augmenté de 1.4 %.

Sécurité d'approvisionnement en radioisotopes à usage médical

En 2015, le Groupe à haut niveau sur la sécurité d'approvisionnement en radioisotopes à usage médical (HLG-MR) a poursuivi ses efforts en vue de garantir la sécurité mondiale d'approvisionnement en molybdène 99 (^{99}Mo) et en technétium 99m ($^{99\text{m}}\text{Tc}$), un produit de désintégration du précédent et le radioisotope à usage médical le plus largement employé. L'AEN a sorti un rapport intitulé « 2015 Medical Isotope Supply Review: $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ Market Demand and Production Capacity Projection 2015-2020 », qui souligne que la demande, inférieure d'environ 10 % à ce qui avait été précédemment estimé, est relativement stable depuis quelque temps. D'une manière générale, il ressort de ce document qu'en 2016, les capacités d'approvisionnement devraient suffire pour répondre aux imprévus. De plus, si les capacités de production supplémentaires sont mises en service

comme prévu en 2017, les approvisionnements devraient être garantis jusqu'en 2020.

Sur la base de son examen de la situation du marché mondial du $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$, l'AEN attire l'attention sur la poursuite du déclin de la valeur marchande des radioisotopes au stade de la production (avec une baisse supérieure à 10 % en 2013). Selon elle, la contraction du marché au niveau du consommateur final semble incompatible avec la nécessité d'accepter l'augmentation des coûts tout au long de la chaîne d'approvisionnement, une étape indispensable pour avancer sur la voie de la récupération intégrale des coûts et du paiement de la capacité de réserve pour indisponibilité. Des pressions continuent de s'exercer sur les budgets de la santé, et on n'observe que des progrès limités au niveau de la révision ou de l'ajustement des taux de remboursement, ce qui entrave le changement. Le HLG-MR a obtenu un quatrième mandat pour la période 2015-2017.



Contact :
Jaejoo Ha
Chef, Division du développement
de l'énergie nucléaire
(depuis le 9 mars 2015)
+33 (0)1 45 24 10 60
jaejoo.ha@oecd.org

Forums coordonnés par le Secrétariat

Forum international génération IV (GIF)

Établi en 2001, le Forum international génération IV (GIF) réunit 12 pays – dont l'Afrique du Sud, le Canada, la Chine, la Corée, les États-Unis, la France, le Japon, la Russie et la Suisse sont les membres les plus actifs – ainsi qu'Euratom autour d'un programme de coordination d'activités de recherche et développement (R-D) de systèmes avancés d'énergie nucléaire. L'accord-cadre qui organise officiellement les travaux du GIF a été prolongé pour dix années supplémentaires le 26 février 2015, à l'occasion d'une cérémonie de signature sous les auspices du Secrétaire général de l'OCDE, dépositaire de cet accord, à laquelle ont participé la Corée, les États-Unis, la France et le Japon. Les cérémonies de signature de la Russie, de la Suisse et de l'Afrique du Sud ont eu lieu respectivement aux mois de juin, d'août et de septembre 2015. Le Canada, la Chine et Euratom devraient quant à eux signer l'accord au premier semestre de 2016. Par ailleurs, le GIF examine activement une demande d'adhésion formulée par l'Australie dans le but de soutenir ses intérêts dans quelques-unes des technologies de pointe à l'étude.

En 2002, le GIF a sélectionné six concepts de systèmes nucléaires pour sa R-D en collaboration : le réacteur rapide refroidi au sodium (RNR-Na), le réacteur à très haute température (RTHT), le réacteur refroidi à l'eau supercritique (RESC), le réacteur rapide refroidi au gaz (RNR-G), le réacteur rapide refroidi au plomb

(RNR-Pb) et le réacteur à sels fondus (RSF). Le programme de développement technologique *Technology Roadmap for Generation IV Nuclear Energy Systems* (2002) a décrit comment la conception de ces systèmes était envisagée il y a dix ans. En janvier 2014, le GIF a publié une version révisée de ce programme, intitulée *Technology Roadmap Update for Generation IV Nuclear Energy Systems*, qui décrit clairement les objectifs des activités de R-D des membres du GIF au cours de la décennie à venir, sachant que plusieurs systèmes sont déjà entrés (RTHT, RSF et RNR-Pb) ou entrent actuellement (RESC) dans leur phase dite de « performance » (essais de procédés et de matériaux à l'échelle de l'étude technique dans des conditions proches de la réalité) qui doit durer jusqu'en 2023.

En 2015, le GIF a poursuivi ses travaux conformément à son objectif d'atteindre les plus hauts niveaux de sûreté pour les systèmes de quatrième génération, avec l'élaboration de critères et de principes de sûreté pour la conception, qui intègrent les enseignements de l'accident de Fukushima Daiichi. Il a également maintenu son dialogue avec les autorités de sûreté sur la question des critères et des objectifs de sûreté des réacteurs, aux niveaux national et international, et en particulier dans le cadre du Comité de l'AEN sur les activités nucléaires réglementaires (CNRA) et du Comité de l'AEN sur la sûreté des installations

nucléaires (CSNI). Ces deux comités ont créé un groupe d'experts ad hoc sur la sûreté des réacteurs avancés (GSAR), dont le programme de travail est centré sur les besoins de recherche en sûreté pour les RSF ainsi que les exigences réglementaires. Les représentants du GIF ont été invités à participer, en tant qu'observateurs, aux réunions du GSAR pour tenir les autorités de sûreté et les services d'appui technique informés des progrès de conception des RSF et des critères de conception en matière de sûreté, ainsi que des directives du GIF.

Pour ce qui est des accords officiels d'organisation de la R-D, l'Université nationale de Séoul a signé un protocole d'accord encadrant la coopération sur le développement des RNR-Pb au mois de novembre, ce qui permet ainsi à la Corée de rejoindre Euratom, le Japon et la Russie. Toujours en novembre, l'Institut Paul Scherrer a quant à lui signé le protocole d'accord

portant sur le RSF, permettant à la Suisse de rejoindre Euratom, la France et la Russie. La modification de l'arrangement-projet sur les combustibles avancés du système de RSF, grâce à laquelle la Chine et la Russie ont rejoint la Corée, les États-Unis, Euratom, la France et le Japon a pris effet en octobre 2015. Le Comité de pilotage du RNR-G s'est réuni en octobre 2015 et a repris ses activités avec une participation accrue des partenaires européens.

L'AEN continue d'apporter son soutien aux organes techniques chargés du développement des six systèmes et aux trois groupes de travail méthodologique et, à la demande du Comité directeur, au Comité consultatif industriel de haut niveau. Le soutien de l'AEN au GIF est intégralement financé par des contributions volontaires, en argent ou en nature, de pays membres du GIF.

Cadre international de coopération sur l'énergie nucléaire (IFNEC)

Le Cadre international de coopération sur l'énergie nucléaire fournit aux États participants un forum de coopération visant à explorer les approches mutuellement bénéfiques pour garantir que l'utilisation de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques soit efficace et réponde aux plus hautes normes de sûreté, de sécurité et de non-prolifération. Les États participants ne renoncent à aucun de leurs droits et s'engagent volontairement à partager les efforts et à profiter des bénéfices d'une énergie nucléaire économique et pacifique. À la fin de mars 2015, l'IFNEC comprenait 34 pays participants (dont 14 pays membres de l'AEN), 31 pays observateurs (dont 10 pays membres de l'AEN) et 4 organisations internationales observatrices (l'Agence internationale de l'énergie atomique, l'Agence pour l'énergie nucléaire, Euratom et le Forum international génération IV).

Le 17 octobre 2014, le Comité exécutif de l'IFNEC a invité l'AEN à assurer le Secrétariat technique de l'IFNEC, sur la base d'un financement provenant exclusivement des contributions volontaires de participants à l'IFNEC. Le Comité de direction de l'AEN est convenu d'accepter cette mission à sa session du 23 avril 2015. La transition du Secrétariat technique de l'IFNEC vers l'AEN a été décidée par le Comité directeur de l'IFNEC à sa réunion du 16 juin 2015 tenue à Paris, plusieurs participants à l'IFNEC s'étant engagés à verser des contributions volontaires. À réception de celles-ci, l'AEN a démarré ses activités au service de l'IFNEC. Elle a transmis un premier rapport au Comité exécutif et au Comité directeur de l'IFNEC à leurs réunions des 22 et 23 octobre 2015, tenues à Sinaia (Roumanie). Elle y présente la façon dont elle prévoit de faciliter l'organisation de ces réunions et de celles des deux groupes de travail, chargés du développement des infrastructures et des services liés au cycle du combustible nucléaire. La première mise en pratique aura lieu en mai 2016, quand l'AEN accueillera les réunions du Comité exécutif et du Comité directeur ainsi qu'une conférence conjointe IFNEC/AEN. Le financement des

projets nucléaires, qui sera le thème de cette conférence, suscite un vif intérêt depuis plusieurs années, comme en témoignent la série d'ateliers de l'IFNEC auxquels ont été conviés des experts de rang international et la récente étude de l'AEN sur les projets de construction de centrales (voir [oe.cd/13p](#)). En effet, il est au cœur du développement des programmes électronucléaires. Dans son allocution inaugurale à la réunion du Comité exécutif de l'IFNEC à Sinaia, le Directeur général de l'AEN a redit l'importance du financement et mentionné également d'autres défis et opportunités de l'énergie nucléaire. Les participants et les observateurs de l'IFNEC ont pu ensuite partager leur expérience et les enseignements à tirer des travaux de l'AEN dans les domaines de la culture de sûreté, de la réglementation et du développement et de l'innovation technologiques.

Afin de faciliter les travaux de l'IFNEC, le Comité exécutif a chargé le Secrétariat technique de préparer un plan de travail annuel (démarrant en 2016) détaillant les différentes activités en cours au sein de l'IFNEC. L'AEN a aussi démarré la migration du site web de l'IFNEC vers ses propres serveurs, afin de pouvoir en assurer directement la gestion.



Réunion 2015 du Comité exécutif de l'IFNEC à Sinaia, Roumanie.

Sûreté et réglementation nucléaires

L'objectif de l'AEN dans ce domaine est d'aider les pays membres dans leurs efforts pour garantir un haut niveau de sûreté dans l'exploitation de l'énergie nucléaire, en appuyant le développement d'une réglementation et d'une surveillance utiles et efficaces des installations nucléaires et en contribuant à préserver et à enrichir la base de connaissances scientifiques et technologiques associée. Les agents collaborent étroitement dans ce domaine avec le Comité sur la sûreté des installations nucléaires (CSNI) et le Comité sur les activités nucléaires réglementaires (CNRA) et leurs groupes d'experts.

Faits marquants

- Le Groupe de travail à haut niveau sur la défense en profondeur (STG-DiD) et le Groupe de travail à haut niveau sur la culture de sûreté des autorités de sûreté nucléaire (STG-SCRB) ont achevé leurs mandats et devraient publier leurs rapports respectifs début 2016.
- Un nouveau groupe de travail sur la sûreté des systèmes d'alimentation électrique étudiera les moyens de renforcer la robustesse des systèmes électriques, d'améliorer l'analyse des performances de ces systèmes et de résoudre les problèmes de sûreté associés à ces systèmes.
- Plusieurs ateliers internationaux, notamment sur les aspects opérationnels et réglementaires de la sûreté-criticité dans les installations du cycle du combustible nucléaire, ont permis à des experts des pays membres de mettre en commun leurs expériences concernant les analyses de sûreté, les activités de recherche et d'établir les meilleures pratiques dans ces domaines.
- Les deux dernières d'une série de huit actions urgentes et hautement prioritaires identifiées au lendemain de l'accident de Fukushima Daiichi sont terminées.

Réglementation nucléaire

Impacts de l'accident de Fukushima Daiichi en matière de réglementation

Le rapport de l'AEN sur les cinq années écoulées depuis l'accident de Fukushima Daiichi (*Five Years after the Fukushima Daiichi Nuclear Accident: Nuclear Safety Improvements and Lessons Learnt*) a été finalisé et approuvé pour publication en 2016. Il vise principalement à présenter aux autorités de sûreté nucléaire et aux autres parties intéressées les initiatives prises depuis 2011 par l'AEN et ses pays membres pour renforcer la sûreté nucléaire. Il a bénéficié des contributions du CNRA, du CSNI, du Comité de protection radiologique et de santé publique (CRPPH) de l'AEN et du Comité du droit nucléaire (NLC) de l'AEN.

Retour d'expérience

Le Groupe de travail de l'AEN sur l'expérience acquise en cours d'exploitation (WGOE) se focalise sur le suivi des tendances nationales et des enseignements tirés d'incidents nationaux communiqués au Système international de notification pour l'expérience d'exploitation (IRS), commun à l'AIEA et à l'AEN. L'IRS est l'unique dispositif international qui donne aux autorités de sûreté des informations sur les leçons tirées des événements importants pour la sûreté qui surviennent dans les centrales nucléaires. Le livre bleu (*Nuclear Power Plant Operating Experience from the IAEA/NEA Incident Reporting System 2012-2014*), dont la publication a été approuvée en 2015, devrait paraître

au début de 2016. En 2015, le groupe a achevé son évaluation et son analyse des tendances concernant les problèmes d'intégrité du confinement et les incidents liés à des boulons d'ancrage dans le béton. Il a également publié deux documents, un rapport consacré au renforcement de la sûreté nucléaire sur la base du retour international d'expérience d'exploitation (« Update on the Use of International Operating Experience Feedback for Improving Nuclear Safety ») et les actes d'un atelier sur les indicateurs de l'efficacité des programmes relatifs au retour d'expérience d'exploitation (« Operating Experience Programme Effectiveness Measures: Workshop Proceedings »). Il a aussi formulé une proposition sur les outils que les autorités de sûreté peuvent utiliser pour repérer et partager des informations sur les articles contrefaits, frauduleux et suspects (ACFS). La première phase de cette activité, qui comprenait la mise au point de critères de signalement des ACFS, de la procédure à suivre et des lignes directrices associées, est désormais terminée. Le groupe a été chargé de passer à la deuxième phase qui consiste à appliquer le processus pilote à d'anciens exemples d'ACFS.

Réglementation des nouveaux réacteurs

Le Groupe de travail de l'AEN sur la réglementation des nouveaux réacteurs (WGRNR) passe en revue les activités réglementaires liées au choix du site, à l'autorisation et à la surveillance des nouveaux réacteurs de puissance. En 2015, il a publié un deuxième rapport

de synthèse sur les enseignements tirés de 63 événements consignés par les pays membres de l'AEN dans sa base de données d'expérience de la construction (ConEx) entre 2011 et 2014. Parallèlement à cet effort, il a mis la dernière main à une étude sur les activités réglementaires récentes dans les pays membres en rapport avec la procédure d'autorisation, les ressources et compétences requises pour les examens de la conception et les évaluations de la surveillance de la construction, et les formations nécessaires à l'appui de ces activités. Le volume 2, sur les structures et travaux de génie civil, du rapport consacré à l'examen de la conception de nouveaux réacteurs (« Report on the Survey of the Design Review of New Reactor Applications: Civil Engineering Works and Structures ») est également paru en 2015, après quoi le WGRNR a publié un rapport sur la surveillance de la construction pour faciliter le partage d'informations concernant la surveillance sur site de la construction de réacteurs.

En 2015, le WGRNR a lancé deux activités, l'une sur les pratiques réglementaires d'évaluation des systèmes de sûreté passive utilisés dans les nouvelles conceptions de centrales, et l'autre sur la surveillance réglementaire des capacités organisationnelles des nouveaux titulaires d'autorisation. Par ailleurs, il a organisé avec le MDEP un atelier commun sur la surveillance réglementaire de la phase de mise en service des nouveaux réacteurs, qui doit se tenir en mars 2016 en Corée.

Pratiques d'inspection réglementaire

Le Groupe de travail de l'AEN sur les pratiques en matière d'inspection (WGIP) a achevé son rapport sur le rôle de l'inspecteur pendant une crise (« The Role of the Inspector during an Emergency: Addendum to the Inspection of Emergency Arrangements »). Il a coordonné deux exercices de comparaison des pratiques d'inspection des centrales nucléaires : une observation des inspections à la centrale de Darlington (Clarington), organisée à l'invitation du Canada, en présence de participants de Corée, de Finlande et de France, du 27 avril au 1^{er} mai 2015 ; et une observation des inspections à la centrale du Bugey, organisée à l'invitation de la France, en présence de participants du Canada, des États-Unis et de la Pologne, du 7 au 11 septembre 2015. En participant et en observant la

façon dont d'autres pays planifient et réalisent eux-mêmes les inspections et les mesures qu'ils prennent pour faire respecter la réglementation, les pays membres contribuent à l'amélioration globale des techniques d'inspection.

Toujours en 2015, le WGIP a continué de préparer le 13^e Atelier international sur les activités d'inspection réglementaire des installations nucléaires, qui doit se tenir à Bruges (Belgique), à l'invitation de l'Agence fédérale de contrôle nucléaire (AFCN) et de sa filiale Bel V, du 17 au 21 avril 2016. Les thèmes abordés seront notamment les activités d'inspection pendant la transition de l'état « réacteur en exploitation » à l'état « réacteur complètement déchargé » en vue de la mise à l'arrêt définitif du réacteur, l'inspection des modifications, et le rôle que jouent les inspecteurs pour faire respecter la réglementation.

Groupe de travail à haut niveau sur la défense en profondeur (STG-DiD)

À sa session de décembre 2015, le CNRA a approuvé le guide d'aide à la réglementation préparé par le STG-DiD sur la mise en œuvre du concept de défense en profondeur à la lumière des enseignements tirés de l'accident de Fukushima Daiichi (*Defence in Depth at Nuclear Power Plants: Lessons Learnt from the Fukushima Daiichi Accident*), dont la parution est prévue début 2016. Ce guide observe en particulier que l'accident de Fukushima Daiichi n'a pas remis en cause la validité du concept de défense en profondeur, l'importance fondamentale de ce concept pour la sûreté ayant même été renforcée par les enseignements tirés de l'accident et par l'impact de l'accident sur la mise en œuvre de la défense en profondeur.

Groupe d'experts ad hoc sur la sûreté des réacteurs avancés (GSAR)

Établi en 2014, le Groupe d'experts ad hoc sur la sûreté des réacteurs avancés (GSAR) a pour mission d'apporter un point de vue réglementaire sur une certaine conception avancée en identifiant notamment les recherches en sûreté à effectuer. En décembre 2015, le GSAR a décidé de se concentrer dans un premier temps sur les perspectives réglementaires relatives aux aspects de la sûreté qui concernent les réacteurs rapides refroidis au sodium.

Sûreté nucléaire

Analyse et gestion des accidents

Le Groupe de travail de l'AEN sur l'analyse et la gestion des accidents (WGAMA) a continué de centrer ses activités sur le comportement en cuve des cœurs dégradés, la thermohydraulique du circuit primaire, le comportement et la protection de l'enceinte de confinement, la mécanique des fluides numérique ainsi que les rejets et le transport des produits de fission. En 2012, le WGAMA avait lancé quatre activités autour des problèmes rencontrés à la centrale de Fukushima Daiichi. Deux d'entre elles ont fait l'objet de rapports

parus en 2014 : l'éventage-filtration des enceintes de confinement (« Status Report on Filtered Containment Venting »), et la gestion du risque hydrogène et les codes de calcul associés (« Status Report on Hydrogen Management and Related Computer Codes »). La troisième, menée en commun avec le Groupe de travail sur la sûreté du combustible (WGFS), a donné lieu à un rapport sur les piscines de désactivation en situation d'accident de perte de refroidissement et de perte de réfrigérant (« Status Report on Spent Fuel Pools under Loss-of-Cooling and Loss-of-Coolant

Accident Conditions »), achevé au début de 2015. Enfin, la quatrième, réalisée en commun avec le Groupe de travail sur les urgences nucléaires (WPNEM), a conduit à un rapport sur les logiciels rapides de modélisation de la dispersion des produits de fission pendant un accident nucléaire (« Benchmarking of Fast-Running Software Tools Used to Model Releases during Nuclear Accidents »), approuvé en décembre 2015 et à paraître au début de 2016.

En décembre 2015 également, ont été approuvés trois autres rapports de mécanique des fluides numérique, consacrés respectivement au dernier benchmark d'une rupture de confinement (érosion d'une interface stratifiée par un jet turbulent), aux actes d'un atelier biennal du WGAMA tenu en 2014, et à un examen des méthodes de calcul des incertitudes. Les actes d'un atelier sur la chimie de l'iode, organisé conjointement par l'AEN et NUGENIA en mars, à Marseille (France), ont également été approuvés. L'activité sur la quantification des incertitudes des modèles physiques dans les codes de thermohydraulique à l'échelle système a débouché sur un rapport à paraître en 2016. Enfin, le CSNI a approuvé le lancement en 2016 de cinq nouvelles activités.

Viellissement et intégrité des structures et composants des réacteurs

Le Groupe de travail de l'AEN sur l'intégrité et le vieillissement des composants et des structures (WGIAGE) concentre ses travaux sur l'intégrité, le vieillissement et le comportement sismique des composants métalliques et des structures en béton. En 2015, il a publié les actes d'un atelier sur l'évaluation des risques sismiques à l'aide de la technique statistique bayésienne, dans lesquels figurent des méthodologies et des recommandations pour l'évaluation de la robustesse des structures en béton dans les installations nucléaires. Les résultats de cet atelier ont conduit au lancement de deux activités, l'une sur la comparaison des résultats des analyses probabilistes de risques sismiques dans les zones présentant différents niveaux d'activité sismique, et l'autre sur l'évaluation de la robustesse des structures comparativement aux observations sur site. L'activité sur l'évaluation des structures subissant des pathologies du béton (ASCET) est entrée dans sa deuxième phase, avec un benchmark de diverses pathologies et des gonflements observés en conséquence dans le béton. Le WGIAGE a aussi publié un rapport de synthèse des réponses au questionnaire sur l'exploitation à long terme des réacteurs de puissance. Les informations communiquées par les 13 pays répondants mettent en évidence des domaines techniques concernant lesquels plusieurs pays partenaires souhaiteraient voir conduits d'autres projets communs de recherche.

Évaluation des risques

Le Groupe de travail de l'AEN sur l'évaluation des risques (WGRISK) a pour mission principale de faire progresser les connaissances et l'utilisation des études probabilistes de sûreté (EPS) en tant qu'outil d'aide à la

décision en sûreté nucléaire dans les pays membres. En 2015, il a publié un rapport sur une activité menée en commun avec le Groupe de travail de l'AEN sur les facteurs humains et organisationnels (WGHO) concernant l'établissement d'attributs appropriés pour les techniques actuelles d'analyse de la fiabilité humaine dans les évaluations des risques nucléaires. Ce rapport fournit notamment des orientations pour la sélection de techniques qui incluraient la fiabilité humaine dans les EPS.

L'atelier de l'AEN sur les études probabilistes des risques liés aux incendies a donné lieu à un rapport, achevé en juin, qui conclut que les EPS incendie ont atteint un niveau raisonnable de maturité et que la communauté internationale semble s'accorder sur leurs faiblesses.

Enfin, trois activités lancées en 2015 doivent avoir pour résultats : i) un rapport sur l'évolution des EPS réalisées à l'échelle d'un site, qui établira comment on applique les EPS à des sites équipés de plus d'un réacteur ; ii) un rapport sur la façon dont on utilise actuellement les EPS de niveau 3 pour évaluer les conséquences radiologiques hors site ; et iii) une nouvelle évaluation de l'utilisation et du développement des EPS dans les pays membres et non membres, destinée à mettre à jour l'évaluation effectuée en 2010.

Sûreté du combustible

En 2015, le Groupe de travail de l'AEN sur la sûreté du combustible (WGFS) s'est concentré sur quatre activités. La première concernait le comportement du combustible au cours d'un accident de perte de réfrigérant. La deuxième, qui s'inscrivait dans le prolongement d'améliorations mises en évidence à l'occasion d'une activité menée en 2013, était un benchmark d'accidents de réactivité. Le rapport consacré à la première phase de ce même projet, une comparaison d'analyses d'accidents de réactivité, a été finalisé en décembre, mais les analyses des incertitudes et de la sensibilité se poursuivent. Enfin, les troisième et quatrième activités du WGFS concernaient la préparation d'ateliers, en particulier sur l'interaction pastille-gaine.

L'activité commune du WGFS et du WGAMA sur les piscines de désactivation en situation d'accident de perte de refroidissement et de perte de réfrigérant a donné lieu à un rapport sorti en 2015. À titre de suivi, ces deux groupes de travail entreprendront une nouvelle activité en commun, cette fois-ci sur l'identification des phénomènes et la priorisation des accidents susceptibles de se produire dans les piscines de désactivation.

Sûreté du cycle du combustible

Le Groupe de travail de l'AEN sur la sûreté du cycle du combustible (WGFC) réunit des spécialistes de la réglementation et de l'industrie nucléaire autour de sujets très divers, comme les évaluations de sûreté, la sûreté-criticité, les EPS, la gestion de la sûreté, le démantèlement des installations, le réaménagement des sites et la protection incendie.

Le WGFCs suit et revoit périodiquement le Système de notification et d'analyse des incidents relatifs au cycle du combustible (FINAS), établi conjointement par l'AEN et l'AIEA, qui est le seul dispositif international permettant aux autorités de sûreté et aux pouvoirs publics d'être tenus informés des enseignements tirés des problèmes de sûreté importants dans les installations du cycle du combustible.

En 2015, le WGFCs a finalisé les actes de l'atelier sur les aspects opérationnels et réglementaires de la sûreté-criticité dans les installations du cycle du combustible. Ce rapport examine comment maintenir le juste équilibre entre les méthodes déterministes et les méthodes fondées sur les risques quand on réalise une étude de sûreté relative à une installation du cycle du combustible, ou quand on applique les principes de la défense en profondeur et de la double contingence à la conception d'une centrale.

Événements externes

Le Groupe de travail sur les événements externes (WGEV) travaille à améliorer notre compréhension des agressions externes et les modalités de leur gestion, au service du maintien des performances de sûreté des installations nucléaires et de l'amélioration de l'efficacité des pratiques réglementaires. Son premier axe d'étude est la gestion des événements climatiques extrêmes avec vents forts et inondations. Un atelier sur les événements climatiques extrêmes et les ondes de tempête est prévu en février 2016. Le WGEV a aussi lancé deux autres activités pour identifier, d'une part, les meilleures pratiques et les lacunes de connaissances dans l'utilisation de méthodes scientifiques pour caractériser les agressions externes et, d'autre part, les principales questions soulevées par les approches déterministes et probabilistes appliquées pour évaluer les risques d'inondation causée par une crue.

Robustesse des systèmes électriques

Le Groupe de travail de l'AEN sur la robustesse des systèmes électriques des centrales nucléaires à la

lumière de l'accident de Fukushima Daiichi (ROBELSYS) a recommandé d'établir un groupe international plus permanent dont la mission serait de traiter les questions de sûreté relatives aux systèmes électriques des centrales nucléaires. En 2015, il s'est réuni et a formulé une proposition de mandat et de mission pour un tel groupe de travail. Le CSNI a approuvé cette proposition en décembre. Le Groupe de travail sur les systèmes d'alimentation électrique (WGELEC) a ainsi été établi et se réunira pour la première fois en mars 2016.

Opportunités de recherche post-Fukushima

Le Groupe d'experts à haut niveau sur les opportunités de recherche en sûreté nucléaire post-Fukushima (SAREF) identifie les possibilités de combler les lacunes en recherche en sûreté et de faire progresser les connaissances en sûreté à la lumière de l'accident de Fukushima Daiichi, ce qui, en retour, vient à l'appui de l'exécution sûre et rapide des opérations de démantèlement au Japon. En particulier, il identifie les possibilités de recherche fondées sur des informations déjà disponibles sur le site de Fukushima Daiichi, ou sur des informations que l'on collectera pendant le démantèlement. Il élaborera aussi des recommandations concernant les activités à court terme (deux à trois ans) envisageables en préparation d'autres activités plus complexes à plus long terme, comme la prise d'échantillons de composants du cœur des réacteurs endommagés.



Contact :
Ho Nieh
Chef, Division des technologies et de la
réglementation de la sûreté nucléaire
+33 (0)1 45 24 11 58
ho.nieh@oecd.org

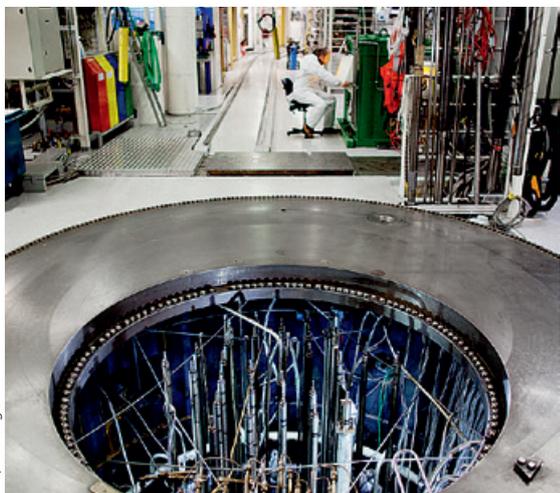
Recherches en sûreté nucléaire

Projet Halden

Mis en place en 1958 et piloté par l'Institut norvégien de technologie énergétique (IFE), le projet de réacteur de Halden est le plus vaste de l'AEN. Il mobilise un important réseau international d'expertise technique dans la fiabilité des combustibles nucléaires, l'intégrité des internes de réacteurs, les systèmes de contrôle et de surveillance des installations et les facteurs humains. Il consiste, pour l'essentiel, à réaliser des expériences, des prototypes de produits et des analyses sur le site de Halden (Norvège). Environ 130 organismes de 19 pays concourent à l'exécution de ce projet, qui bénéficie d'une organisation stable et éprouvée ainsi que d'une infrastructure technique fortement transformée au fil des années. Les objectifs sont régulièrement adaptés aux besoins des utilisateurs.

S'agissant des combustibles, des essais sont réalisés en continu sur des combustibles à haut taux de combustion en conditions d'accident de perte de réfrigérant primaire (APRP). Ce sont les seuls essais concernant ce type d'accident qui sont effectués en pile dans le monde. Ils viennent compléter les recherches menées par ailleurs en laboratoire, principalement au Japon et aux États-Unis.

Le projet a permis d'étudier l'irradiation prolongée de combustibles nucléaires actuels et avancés à une puissance initiale élevée, ainsi que le comportement de différents alliages à la corrosion et au fluage. Le programme expérimental consacré aux effets des variations de la chimie de l'eau sur les combustibles et les internes de réacteurs se poursuit, de même que les essais destinés à analyser la fissuration des matériaux des internes de réacteurs à eau bouillante et à eau pressurisée, afin de caractériser les effets de la chimie de l'eau et du vieillissement desdits matériaux.



IFE, Norvège

Vue de la salle du réacteur de Halden.

S'agissant des facteurs humains, le programme a essentiellement porté sur des expériences réalisées dans le Laboratoire d'étude de l'interface homme-machine de Halden, le dépouillement des données correspondantes, l'étude des nouvelles conceptions de postes de commande, l'évaluation des interfaces homme-système, l'optimisation des procédés et l'instrumentation, de même que l'étude des systèmes de contrôle-commande numérique. Les expériences ont lieu, notamment, dans le laboratoire de réalité virtuelle de Halden. Les connaissances progressent également dans le domaine de l'évaluation probabiliste de la fiabilité humaine (EPFH), dont l'objet est de fournir des données utiles à la réalisation d'études probabilistes de sûreté et de renforcer la validité des méthodes.

Les résultats obtenus dans le cadre du programme ont été présentés à deux reprises : en juin 2015, à la 103^e réunion du conseil de gestion de Halden, puis en novembre 2015, à l'occasion de la 153^e réunion élargie du groupe du programme de Halden. Les Émirats arabes unis ont rejoint le projet en 2014. L'Autorité norvégienne de radioprotection a recommandé l'approbation du renouvellement de l'autorisation d'exploitation du réacteur à eau bouillante (REB) de Halden, et l'approbation finale a été accordée pour une période de six ans par le roi de Norvège en décembre 2014. L'AEN a entrepris de conseiller l'exploitant et le conseil de gestion sur la façon de procéder pour structurer et harmoniser encore le récent accord (2015-2017) suivant le modèle type de l'AEN.

Projet ATLAS

L'objet du projet de simulation d'accidents à l'aide d'une boucle avancée d'essais thermohydrauliques (ATLAS) est de réaliser des expériences intégrales sur la thermohydraulique des réacteurs à eau légère avancés dans une installation dédiée située en Corée. Mise en service en 2006, cette installation sert à tester des situations d'accidents hors dimensionnement depuis 2012.

Au lendemain de l'accident de Fukushima Daiichi, l'institut KAERI a proposé de mettre l'installation ATLAS au service de l'étude des accidents de dimensionnement et hors dimensionnement. Les questions de sûreté étudiées sont notamment les suivantes :

- perte totale prolongée des alimentations électriques, y compris refroidissement actif ou passif secondaire asymétrique ;
- accidents de perte de réfrigérant primaire (APRP) dus à une petite brèche survenant pendant une perte totale des alimentations électriques, y compris perte d'étanchéité au niveau de la pompe primaire ou rupture de tube de générateur de vapeur (RTGV) ;



KAERI, Corée

La boucle d'expérimentation d'ATLAS.

- perte totale de l'alimentation en eau, par exemple transitoire sans arrêt automatique du réacteur et autres défaillances multiples ;
- APRP dus à une brèche intermédiaire, par exemple détermination des tailles de brèches fondée sur le risque ;
- réalisation d'essais « ouverts » (c'est-à-dire, dont les résultats seront en accès libre) analogues aux essais intégraux pour étude des questions d'extrapolation.

Le projet doit durer d'avril 2014 à mars 2017. Il compte 15 pays participants (y compris des pays non membres de l'AEN comme la Chine, les Émirats arabes unis et l'Inde) et 22 signataires depuis l'inclusion de deux nouveaux partenaires de pays membres. Pour l'heure, le programme expérimental se déroule comme prévu et dans les temps : cinq des huit essais ont déjà été menés avec succès. Les résultats du benchmark sélectionné en 2014 et les analyses correspondantes seront examinés dans le cadre d'un atelier organisé en commun avec le projet PKL-3 en avril 2016, à Pise (Italie). À cette occasion, il sera aussi envisagé d'inclure un autre essai analogue au projet ATLAS pour reproduire un essai PKL-3. Parallèlement au volet expérimental, les partenaires poursuivent d'importants travaux d'analyse, essentiels pour démontrer l'application pratique des données d'essai collectées et analysées.

BIP

Le projet sur le comportement de l'iode (BIP) est exécuté dans les installations de l'Énergie atomique du Canada limitée (EACL) avec le concours de 13 pays membres. Il a démarré en septembre 2007. La phase 1 s'est achevée en mars 2011.

Dans le prolongement de la phase 1, un projet triennal intitulé BIP-2 a été lancé en avril 2011 en vue de résoudre une partie des questions encore sans réponse. Bien qu'on sache aujourd'hui mieux mesurer l'adsorption de l'iode sur les surfaces peintes dans différentes conditions, le phénomène n'est toujours pas expliqué dans le détail. De même, si l'on sait mieux mesurer la vitesse de formation de l'iodure

de méthyle à partir des peintures irradiées, on n'a toujours pas fait la lumière sur son mécanisme. Les objectifs techniques du BIP-2 étaient donc les suivants :

- aboutir à une connaissance plus détaillée et mécaniste de l'adsorption et de la désorption de l'iode sur les surfaces de l'enceinte de confinement en réalisant de nouvelles expériences sur des composants bien caractérisés des peintures utilisées pour l'enceinte de confinement, à l'aide d'instruments innovants (méthodes spectroscopiques) ;
- aboutir à une connaissance plus détaillée et mécaniste de la formation de l'iode organique en réalisant de nouvelles expériences sur les peintures utilisées pour l'enceinte de confinement et leurs composants, bien caractérisés, à l'aide d'instruments innovants ;
- définir une interprétation commune de la procédure à suivre pour déterminer de manière fiable, par extrapolation à partir des études menées à petite échelle, les conditions à l'échelle des réacteurs.

La phase expérimentale du BIP-2 s'est achevée en 2014. Le compte rendu définitif de son déroulement, paru en 2015, détaille les résultats généraux concernant les points ci-après :

- la graduation du degré d'adsorption de l'iode en solution ou en phase gazeuse sur divers polymères, apprêts au zinc et surfaces d'isolation en silicate de calcium, ainsi que les effets du Cl_2 et du NO_2 en phase gazeuse ;
- le degré de qualité de la formation d'iode organique sur les polymères et peintures avec et sans irradiation ;
- la qualité avec laquelle les techniques de pointe permettent de détecter l'iode et d'examiner les surfaces.

Les participants au projet ont recensé d'autres points à étudier et à expliciter, dont il a été débattu en 2015 en prévision de la mise en place d'un troisième volet BIP. L'accord relatif au projet BIP-3 (2016-2018) a été diffusé pour signature à la fin de 2015.

BSAF

Le projet d'étude comparative de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi (BSAF) a été lancé par huit pays membres de l'AEN en 2012 pour améliorer les codes de calcul des accidents graves et permettre une analyse approfondie de la progression de l'accident et de l'état actuel du cœur en vue de la préparation de l'évacuation des débris de combustible dans le cadre des projets de R-D relatifs aux actions à mener à moyen et long terme pour le démantèlement des tranches 1 à 4 de la centrale de Fukushima Daiichi.

Mené au Japon et rassemblant des experts internationaux, le projet vise à faire progresser la compréhension que l'on a des comportements en situation d'accident grave observés lors de l'accident de Fukushima Daiichi, et améliorer les méthodes et les codes de modélisation de ces comportements. L'exercice de comparaison a lieu en plusieurs phases.

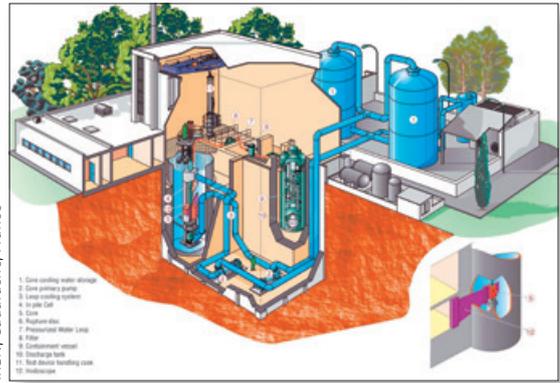
La première phase, achevée en 2015, a inclus la conduite d'une analyse intégrale des conditions dans les tranches 1 à 3 de la centrale de Fukushima Daiichi à l'aide des actuels codes de calcul global des accidents graves, sur une période d'environ six jours à compter de la survenue du séisme, et la conduite d'une analyse intégrale de plusieurs phénomènes clés tels que le transitoire initial, l'échauffement du cœur, la fusion du cœur, le rejet de produits de fission issus du combustible, l'état du cœur et notamment le comportement des débris, et l'interaction entre les débris fondus et le réfrigérant.

En 2015, la phase 2 du projet BSAF a commencé avec une participation portée à 11 pays membres de l'AEN. Le périmètre d'analyse recouvre désormais une période de trois semaines environ après l'accident, ainsi que le comportement des produits de fission dans les bâtiments-réacteurs et sur l'ensemble du site et les rejets dans l'environnement au-delà du site. Les participants ont tenu des réunions en juin et en décembre 2015 pour planifier les activités de la phase 2 et échanger des informations sur les dernières observations concernant les réacteurs de Fukushima Daiichi endommagés.

CIP

Le projet international Cabri (CIP), lancé en 2000, vise à étudier la capacité des combustibles à haut taux de combustion des réacteurs à eau sous pression (REP) à résister aux fortes excursions de puissance susceptibles de se produire à l'intérieur des réacteurs du fait d'une augmentation soudaine de la réactivité dans le cœur (accidents de réactivité). Ses participants, issus de 12 pays membres, cherchent à déterminer les limites au-delà desquelles il y aurait rupture de gaine et les conséquences potentielles de l'éjection de combustible dans le milieu caloporteur. Différents matériaux de gainage et types de combustible sont étudiés. Le volet expérimental est exécuté par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) à Cadarache (France), où se trouve le réacteur Cabri. Les laboratoires des organismes participants prêtent également leur concours, par exemple, à la fabrication et à la caractérisation du combustible ainsi que dans le domaine de l'instrumentation.

Le projet nécessitait d'importants travaux de modification et de mise à niveau, ainsi que l'obtention d'une autorisation de conception, de construction et de sûreté pour une nouvelle boucle expérimentale à eau sous pression. Douze essais seront réalisés sur du combustible extrait de réacteurs de puissance et refabriqué en crayons plus petits. Auparavant, deux essais dans la boucle à sodium initiale ont été réalisés avec des combustibles à haut taux de combustion dans une gaine en alliage de zirconium-niobium. Des combustibles précédemment utilisés dans des réacteurs espagnols et français, avec des gaines en ZIRLO et M5 respectivement, et à des taux de combustion dépassant 70 MWj/kg, ont été soumis à une injection d'énergie d'environ 100 cal/g pendant les transitoires. Aucune défaillance du combustible n'a été enregistrée.



Réacteur Cabri avec le schéma de boucle d'eau.

Les essais Cabri sont complétés par d'autres essais sur les accidents de réactivité menés au Japon par l'Agence japonaise de l'énergie atomique (JAEA), au titre de sa contribution en nature, avec du combustible pour REB et REP et avec circulation de réfrigérant froid et chaud.

Le nouveau combustible a été chargé en 2014, puis l'installation expérimentale a été mise en service en 2015. L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) de la France a autorisé l'exploitation du réacteur rénové en octobre 2015, et les premiers essais de criticité du cœur ont eu lieu le 20 octobre. La qualification du matériel expérimental s'est achevée en 2015. Elle portait en particulier sur le poste d'imagerie, l'appareil de mesure par spectroscopie, et l'hodoscope. Des crayons combustibles de taille réduite sont en cours de fabrication en vue des premières expériences dans la nouvelle boucle à eau. Les partenaires ont examiné la nécessité de poursuivre le projet au-delà de mars 2015 et ont conclu un accord de principe pour une prolongation de trois ans, soit jusqu'en mars 2018. Lorsque le groupe consultatif technique du projet Cabri s'est réuni en octobre 2015, les participants ont débattu de la matrice d'essais et ont pris un certain nombre de décisions concernant les types de combustibles à soumettre aux essais. La prochaine réunion de ce groupe est prévue en septembre 2016. Le comité de direction du projet, quant à lui, s'est réuni en décembre 2015 et a pu, à cette occasion, participer à une visite guidée de l'installation Cabri modifiée.

Projet HEAF

Dans les centrales nucléaires du monde entier, les appareils de protection et de coupure peuvent être le siège de fortes décharges électriques (ou arcs électriques). Ces incidents sont en augmentation du fait du vieillissement des équipements et de la hausse de la demande d'énergie. Lancé en 2012 pour une durée prévue de trois ans, le projet sur les événements résultant de décharges électriques (HEAF) vise à conduire des expériences minutieusement conçues afin d'obtenir des données scientifiques sur les feux induits par des arcs électriques.

Le projet HEAF doit être conduit par la Nuclear Regulatory Commission (NRC) dans une installation des États-Unis. Les expériences réalisées permettront d'étudier les configurations de base, les modes de

défaillance et les effets des incidents induits par un arc électrique sur les différents composants de l'appareillage de protection et de coupure. Compte tenu du prix élevé des appareils de protection et de coupure et des autres équipements nécessaires pour les essais, le programme s'appuie sur les contributions en nature des signataires.

Deux objectifs ont été définis :

- élaboration de recommandations internationales, revues par les pairs (dans la série NUREG de la NRC), que les autorités de sûreté des pays participants puissent facilement mettre en œuvre ;
- élaboration d'un rapport sur ce projet commun en sûreté nucléaire, dans lequel seront récapitulés tous les essais et toutes les données collectées.

Une part importante des équipements qui devaient être soumis à l'essai ont déjà été testés. Les premiers essais ont eu lieu en juin 2014 en la présence de membres du projet. Trois autres campagnes ont suivi en novembre 2014, mars 2015 et octobre 2015. Aucun autre essai n'est pour l'instant planifié. Les données collectées par l'équipe de la NRC, parmi lesquelles des vidéos haute définition à haute vitesse, seront partagées entre tous les participants en février 2016. Ceux-ci procéderont à des analyses des données et devraient alors contribuer au rapport final, prévu pour juin 2016, ce qui nécessitera de prolonger le projet jusqu'à décembre 2016.

Projet HYMERES

Le projet sur les expériences de mitigation de l'hydrogène pour la sûreté des réacteurs (HYMERES) a été lancé en 2013 en vue d'approfondir notre connaissance de la phénoménologie du risque hydrogène dans l'enceinte de confinement et d'améliorer la modélisation du comportement de l'hydrogène dans les évaluations de sûreté réalisées



Institut Paul Scherrer, Suisse

La cuve sous pression du réacteur PANDA.

pour les centrales nucléaires actuelles et futures. Il est expressément destiné à l'étude des sujets qui revêtent une importance cruciale pour la sûreté des centrales nucléaires actuelles et futures. Il permet d'explorer les paramètres à mesurer, les configurations et les échelles et, partant, d'obtenir des données plus utiles pour l'amélioration des codes.

Les spécificités et complémentarités de l'installation suisse PANDA et de l'installation française MISTRA, qui diffèrent par la taille et la configuration, et le fait qu'elles disposent toutes deux d'une instrumentation complète en termes de résolution tant spatiale que temporelle permettent d'obtenir des données expérimentales de qualité, qui peuvent servir à améliorer les capacités de modélisation des codes multidimensionnels et multicompartiments avancés employés pour prédire les conditions thermohydrauliques post-accidentelles dans les enceintes de confinement et ainsi leur fiabilité dans les analyses de centrales. Les exploitants pourraient également envisager de conduire d'autres expériences pour répondre aux demandes particulières des participants.

Des essais sont prévus dans les installations PANDA et MISTRA. Le comité de gestion et le groupe d'examen du programme ont chacun tenu une réunion en 2015 en Suisse, parallèlement aux ateliers d'analyse HYMERES.

Projet LOFC

À la suite d'une recommandation du Groupe de travail du CSNI sur les installations expérimentales pour les réacteurs avancés (TAREF) relative aux études de sûreté des réacteurs refroidis au gaz, le projet sur la perte du refroidissement en convection forcée (LOFC) a débuté en avril 2011 avec sept pays participants. Les expériences de perte de la convection forcée que l'on prévoit pour étudier les effets de la dégradation du fonctionnement du circuit de refroidissement de secours du cœur (RCCS) sont parfaitement adaptées aux évaluations de la sûreté de réacteurs avancés tels que les réacteurs à haute température (RHT). Elles doivent être menées par la Japan Atomic Energy Agency (JAEA) dans son réacteur expérimental à haute température (HTTR), à Oarai (Japon), mais le projet est pour l'instant interrompu jusqu'au redémarrage du réacteur dont on estime maintenant qu'il devrait avoir lieu en octobre 2016.

Le projet LOFC consiste à réaliser des essais intégraux à grande échelle de perte du refroidissement en convection forcée dans le réacteur HTTR, afin d'étudier les caractéristiques de sûreté des réacteurs à haute température refroidis au gaz (HTGR) à l'appui des activités des autorités de sûreté, et de recueillir des données utilisables pour valider les codes et améliorer la précision des simulations. Le programme expérimental vise à obtenir des données expérimentales pour :

- mieux comprendre le transitoire suivi d'une défaillance de l'arrêt automatique du réacteur (ATWS) lors d'une perte de la convection forcée avec recriticité ;

- valider les aspects les plus importants de la sûreté dans les domaines de la cinétique du réacteur, de la physique du cœur et de la thermohydraulique ;
- vérifier la capacité des codes de simuler le couplage de phénomènes relevant de la physique du cœur et de la thermohydraulique.

Aucune réunion ne s'est tenue en 2015, mais l'exploitant, c'est-à-dire la JAEA, a produit des rapports d'étape en juillet et en décembre. Le dernier rapport a confirmé que des échanges sont en cours avec l'autorité de sûreté concernant la préparation du redémarrage du réacteur. Il présentait également, à l'intention du comité de gestion, les raisons justifiant une prolongation du projet jusqu'en mars 2019. Aucune réunion n'aura lieu tant que le redémarrage n'est pas confirmé.

Projet PKL

Le projet PKL-2, conduit de juillet 2007 à décembre 2011, a comporté huit expériences menées dans l'installation thermohydraulique de Primärkreislauf (PKL), exploitée par Areva NP à Erlangen (Allemagne), et des expériences complémentaires conduites dans les installations PMK de Budapest (Hongrie) et ROCOM de Rosendorf (Allemagne). Ces expériences portaient sur des questions de sûreté relatives aux REP actuels ou de conception nouvelle, et étaient axées sur les mécanismes complexes d'échange thermique dans les générateurs de vapeur et les processus de précipitation du bore en conditions accidentelles postulées.

Le projet qui a suivi, PKL-3, a démarré le 1^{er} avril 2012. Cette campagne visait à étudier des questions de sûreté relatives aux REP actuels ou de conception nouvelle au moyen d'essais de transitoires en conditions accidentelles postulées et d'études systématiques des paramètres des phénomènes thermohydrauliques. Elle concernait également des questions de sûreté actuelles liées à des transitoires d'accidents hors dimensionnement avec échauffement important du cœur, par exemple des scénarios de perte totale des alimentations électriques ou des APRP en association avec une défaillance de systèmes de sûreté. Les événements en arrêt à froid, c'est-à-dire avec défaillance du système de refroidissement du réacteur à l'arrêt (RRA), étaient également pris en compte.



AREVA, France

Vue de dessus de l'installation PKL à Erlangen.

Deux réunions se sont tenues en 2015 et les derniers essais se sont achevés en novembre. Un essai analogue a été réalisé dans l'installation japonaise ROSA.

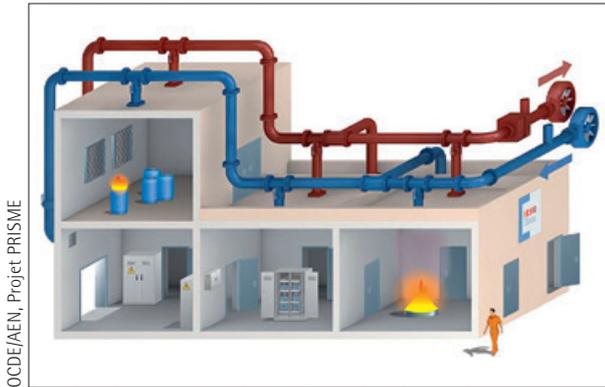
Tous les essais étant maintenant terminés, l'exploitant Areva prépare l'analyse des résultats et le rapport final, dont la parution devrait intervenir en juillet 2016. Les participants au projet et l'exploitant ont discuté d'un projet de suivi, élaboré en fonction des lacunes de connaissances identifiées, qui démarrerait à la mi-2016. Un atelier consacré aux résultats des deux benchmark PKL-3 sera organisé à Pise (Italie), du 13 au 16 avril 2016, en collaboration avec l'équipe du projet ATLAS.

Projet PRISME

L'incendie peut contribuer de manière significative à la fréquence globale d'endommagement du cœur, dans les centrales de conception aussi bien ancienne que nouvelle. Certaines questions techniques relatives aux études probabilistes de sûreté-incendie (EPS incendie) restent à étudier : la propagation de la chaleur et des fumées à travers une ouverture horizontale entre deux locaux superposés, la propagation d'un incendie sur des sources de feu réelles comme des chemins de câbles et des armoires électriques ; et l'évaluation des performances de divers systèmes d'extinction d'incendie.

La phase 2 du projet de propagation d'un incendie pour des scénarios multi-locaux élémentaires (PRISME) est la prolongation de la phase 1, conduite entre 2006 et 2011. Lancé en juillet 2011, le projet PRISME-2 durera jusqu'en juin 2016. Neuf pays y concourent actuellement. L'objectif est d'élucider certaines inconnues concernant la propagation de la chaleur et des fumées à l'intérieur d'une installation, en réalisant des expériences spécialement conçues pour valider les codes, principalement dans l'installation DIVA de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), à Cadarache (France). Il s'agira, en particulier, de répondre à des questions concernant le délai précédant la défaillance d'un équipement situé dans un local adjacent et les effets de certaines conditions, comme les communications entre locaux et la configuration du réseau de ventilation. Les résultats obtenus pour les scénarios étudiés expérimentalement seront utilisés pour qualifier des codes de calcul incendie (soit des logiciels simplifiés de modélisation en zone, soit des codes de mécanique des fluides numérique). Après qualification, ces codes pourront être utilisés pour simuler avec un bon niveau de confiance d'autres scénarios de propagation d'incendie dans différentes configurations de locaux.

Le principal programme expérimental comprend quatre campagnes d'essais à grande échelle (20 essais) dans l'installation DIVA, ainsi que des essais complémentaires. La première campagne, sur la propagation verticale de fumées, est achevée et la deuxième, sur la propagation d'un incendie par les chemins de câbles, touche à sa fin. S'agissant de la troisième, sur l'extinction d'incendie par aspersion,



L'installation IRSN DIVA pour les études de propagation de l'incendie.

les spécifications sont au point et on procède actuellement à la définition des essais d'incendie en milieu ouvert. Le projet a pris un léger retard car l'IRSN a demandé un délai pour effectuer des essais importants des boîtes à gants de l'installation DIVA.

Le comité de gestion et le groupe d'examen du programme de PRISME-2 se sont réunis en mai et en novembre 2015. Les travaux expérimentaux étant désormais achevés, la réunion de novembre a été l'occasion de discuter de la phase 3 qui pourrait s'articuler autour de questions soulevées par les phases PRISME et PRISME-2 du projet. La phase 3 démarrera en janvier 2017 et durera cinq ans.

Le rapport d'application du projet, avec le détail des applications pratiques des résultats, devrait paraître en juin 2016 et le rapport final devrait être achevé en décembre 2016.

SCIP

Le premier mandat du projet Studsvik sur l'intégrité des gaines de combustible (SCIP), exécuté sur cinq ans de juillet 2004 à juillet 2009, a comporté un programme d'expérimentation en cellule chaude avec plusieurs transitoires de puissance destiné à l'étude de différents mécanismes de rupture des gaines de combustible nucléaire. Le projet SCIP-2 a démarré en juillet 2009, avec la participation de 13 pays (soit deux de plus qu'à la première phase). Son principal objectif était de produire les données expérimentales de qualité dont on avait besoin pour approfondir la compréhension des mécanismes prédominants de rupture des combustibles des réacteurs à eau et pour concevoir des moyens de réduire ces ruptures. Outre un examen des données déjà collectées sur les rampes de puissance, il a comporté l'étude des mécanismes de rupture de gaine suivants :

- interaction pastille-gaine (IMPG), cause mécanique des ruptures dues à l'interaction pastille-gaine (IPG) et induites par l'hydrogène ;
- IPG, notamment en cas de rupture de gaine par fissuration due à la corrosion sous contrainte ;
- ruptures induites par l'hydrogène, et notamment alliages de zirconium.

Le mandat du projet SCIP-2 s'est achevé en 2014 et un rapport final a été produit pour les membres, ainsi qu'un rapport de synthèse pour diffusion auprès d'un plus large public.

Le processus de formalisation du projet SCIP-3 a démarré en juillet 2014, la procédure de signature de l'accord devant s'achever en 2015. La Chine envisage de rejoindre le projet SCIP-3 en 2016. En 2015, les organes de pilotage de SCIP-3 (c'est-à-dire le groupe d'examen du programme et le comité de gestion) ont tenu trois réunions. Le projet SCIP-3, qui se déroulera de juillet 2014 à juin 2019, aura les objectifs suivants :

- déterminer les paramètres qui ont une influence sur la fragmentation et la dispersion du combustible en cas d'APRP ;
- analyser les conséquences des pointes anormales de température de la gaine et des transitoires dans des conditions de manipulation et d'entreposage des crayons combustibles ;
- étudier l'impact des transitoires de puissance sur le risque de rupture liée à l'IPG ;
- appuyer le développement et la vérification des modèles.

SFP

Le projet Sandia sur le combustible (SFP), soutenu par 13 pays membres, a démarré en 2009. Son objectif était de procéder à une caractérisation thermohydraulique très détaillée de maquettes de longueur réelle d'assemblages combustibles d'un réacteur de puissance afin d'obtenir les données nécessaires à la validation directe des codes d'accidents graves. Les prédictions obtenues avec les codes sur la base de résultats antérieurs indiquaient que les assemblages combustibles peuvent prendre feu et que le front de combustion peut se propager dans le sens radial en cas d'accident de perte totale du réfrigérant. Il était donc nécessaire d'obtenir des données qualifiées dans des configurations de combustible représentatives. Les expériences, axées sur la thermohydraulique et les phénomènes de départ de feu dans des assemblages 17x17 de REP, visaient à compléter de précédents résultats obtenus pour des assemblages de REB. En validant les codes à l'aide de données expérimentales applicables aux REP et aux REB, on peut considérablement améliorer l'applicabilité des codes à d'autres conceptions et configurations d'assemblages combustibles.

Le projet a comporté deux phases. La première, en 2011, a été consacrée à l'échauffement et à la propagation du front de combustion dans le sens axial. La deuxième, en 2012, a porté sur l'échauffement et la propagation du front de combustion dans le sens radial, y compris les effets du gonflement du crayon combustible. En 2015, les membres du projet ont reçu le rapport final de la deuxième phase ainsi qu'un DVD final. À sa session de décembre 2015, le CSNI est convenu d'utiliser deux rapports NUREG de la NRC sur les résultats du projet (à paraître en 2016) comme rapports finals du projet SFP.

Projet STEM

Le projet sur l'évaluation et la mitigation du terme source (STEM) a été lancé en 2011 pour progresser dans l'évaluation générale du terme source. D'une durée de quatre ans, il est soutenu par sept pays et conduit dans les installations de l'IRSN à Cadarache (France). Il est consacré à l'étude de trois problèmes principaux :

- Rejets d'iode radioactif à moyen et à long terme : pour compléter des programmes antérieurs, il est proposé des expériences pour étudier la stabilité des particules d'aérosols sous rayonnement et l'équilibre à long terme gaz/dépôts dans une enceinte de confinement.
- Interactions entre l'iode et les peintures : aucune expérience n'est prévue à ce stade, mais il sera procédé à un dépouillement de la littérature axé sur les effets du vieillissement des peintures, qui pourrait conduire à la définition d'expériences à réaliser dans le cadre d'un projet ultérieur.
- Chimie du ruthénium : pour compléter des programmes antérieurs, il est proposé des expériences pour étudier le transport du ruthénium dans les tuyauteries.

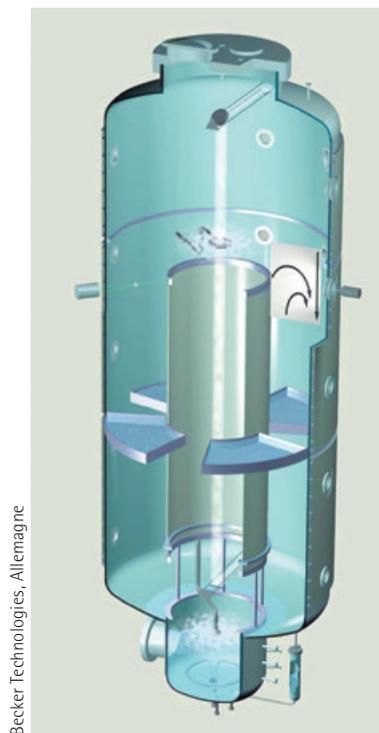
La première série d'expériences (comportement de l'iode sous rayonnement), consacrée à l'analyse des effets des rayonnements, a été réalisée sur des bancs d'essai construits dans l'installation EPICUR. La deuxième série d'expériences (transport du ruthénium), dans l'installation START, avait pour but d'analyser la chimie du ruthénium dans les tuyauteries, y compris dans le circuit primaire et dans les filtres. Ces expériences ont été menées sur des bancs d'essai spéciaux permettant d'injecter différents composés chimiques qui sont ensuite transportés par des tubes à fort gradient de température jusqu'à des filtres à aérosols et des bulleurs où les gaz sont piégés.

La dernière réunion des organes de pilotage du projet STEM s'est tenue en juin 2015. Chacune des séries d'essais a donné lieu à l'élaboration d'un rapport détaillé. Le projet s'est achevé en 2015, mais on a identifié des travaux supplémentaires qui pourraient être à l'origine du lancement d'une nouvelle phase (STEM-2) en 2016.

Projet THAI

La phase 2 du projet sur le comportement de l'hydrogène et des produits de fission (THAI) a démarré en 2011. Les nouvelles expériences sont conduites dans l'installation THAI exploitée par Becker Technologies GmbH en Allemagne.

Le projet THAI-2 vise à résoudre certains problèmes spécifiques concernant les aérosols et l'iode dans les réacteurs refroidis à l'eau, ainsi que la mitigation de l'hydrogène en conditions accidentelles. Il tente de répondre à des questions encore non résolues dans les domaines suivants : i) s'agissant des produits de fission, rejet d'iode gazeux par un jet de vapeur et dépôt d'iode sur des particules d'aérosols, et ii) s'agissant de la mitigation de l'hydrogène, combustion de l'hydrogène pendant une aspersion, et fonctionnement d'un recombineur autocatalytique



Becker Technologies, Allemagne

Schéma de l'enceinte de confinement THAI.

passif (RAP) en conditions de concentration extrêmement faible d'oxygène. En effet, il est indispensable de comprendre les processus en œuvre pour évaluer les difficultés posées par la quantité de radioactivité dans l'air pendant les accidents avec endommagement du cœur (iode et aérosols) ou l'intégrité du confinement (hydrogène).

Les nouvelles priorités établies au lendemain de l'accident de Fukushima Daiichi ont conduit à modifier la matrice générale d'essai, dont la nouvelle version a été approuvée en 2012. Les essais se sont achevés en 2014 et le rapport final et le rapport de synthèse public ont été fournis en mai et en décembre 2015. Les participants au projet ont également reçu les actes du séminaire ouvert post-projet organisé à Francfort (Allemagne) les 18 et 19 novembre 2014 sur l'application des données de THAI et de THAI-2 à des problèmes de réacteurs en situation réelle, et devraient obtenir un DVD à l'issue de la phase 2.

L'accord relatif à la phase 3, qui devrait durer trois ans et demi, a été transmis pour signature à 12 pays membres de l'AEN, plus la Chine et l'Inde. La réunion de lancement se tiendra en février 2016. Cette nouvelle phase devrait porter sur quatre thèmes :

- performances d'un RAP en conditions d'écoulement à contre-courant ;
- combustion de l'hydrogène et propagation de flamme dans un système à deux compartiments ;
- réentraînement des produits de fission depuis les piscines à des températures élevées ;
- remise en suspension de dépôts de produits de fission sous l'impact d'un événement de très haute énergie (par exemple, déflagration de l'hydrogène).

Projet CADAK

Le projet sur les données et connaissances relatives au vieillissement des câbles (CADAK), lancé en 2011, est un prolongement du volet « vieillissement des câbles » du projet sur la fissuration par corrosion sous contrainte et le vieillissement des câbles (SCAP). Il se concentre sur la pertinence du vieillissement des câbles dans le cadre des évaluations de la vétusté des centrales et des répercussions pour la sûreté nucléaire. Sa finalité est d'établir les fondements techniques qui permettront d'évaluer la durée de vie homologuée des câbles électriques compte tenu des incertitudes identifiées à l'issue des premiers essais de qualification, et ainsi d'estimer la durée de vie homologuée restante des câbles utilisés dans les centrales nucléaires.

En 2015, le projet CADAK est entré dans sa deuxième phase de trois ans, avec pour objectif le partage de l'expérience sur les méthodes de contrôle des conditions et leur application aux câbles installés dans les centrales. Il s'agira également de partager et comparer les principaux enseignements que les pays participants ont tirés de leurs propres expériences nationales consacrées aux câbles. Six pays participent à cette deuxième phase du projet CADAK.

CODAP

Le programme sur le retour d'expérience, la dégradation et le vieillissement des composants (CODAP), lancé en 2011, s'appuie sur deux projets antérieurs de l'AEN : le projet d'échange de données sur les ruptures de tuyauteries (OPDE), conduit de 2002 à 2011, qui a produit une base internationale de données de retour d'expérience sur les tuyauteries applicable aux centrales nucléaires, et le projet sur la fissuration par corrosion sous contrainte et le vieillissement des câbles (SCAP), conduit de 2006 à 2010, qui a évalué la fissuration par corrosion sous contrainte et la dégradation de l'isolant des câbles, ces deux aspects ayant des conséquences sur la sûreté nucléaire et la gestion du vieillissement des centrales.

Les objectifs du projet CODAP sont les suivants :

- recueillir des informations sur la dégradation et les défaillances des composants métalliques passifs du circuit primaire, des internes de la cuve sous pression des réacteurs, des systèmes de sauvegarde et de sûreté ainsi que des circuits auxiliaires (systèmes appartenant aux classes 1, 2 et 3 du code de l'ASME ou à des catégories équivalentes) ainsi que des composants de systèmes non classés « de sûreté » mais néanmoins importants pour le fonctionnement de l'installation ;
- créer une base de connaissances générales sur les composants et leurs mécanismes de dégradation recouvrant des aspects tels que les normes, codes et réglementations applicables, les bibliographies et références, les programmes de R-D et les mesures prises pour interrompre et surveiller la dégradation, des informations sur les paramètres clés, les

modèles, les seuils, les caractéristiques cinétiques, les critères de réception et des informations sur les moyens de remédier aux problèmes, les contrôles, la surveillance, le diagnostic, les réparations et le remplacement des composants ;

- élaborer des rapports sur des mécanismes de dégradation en étroite coordination avec le Groupe de travail du CSNI sur l'intégrité des composants et des structures (WGIAGE).

La première phase du projet CODAP a donné lieu à la publication d'un rapport d'état et de deux rapports techniques fondés sur l'analyse des événements collectés dans la base de données. En 2015, 11 pays sont convenus de poursuivre les recherches dans le cadre d'un deuxième programme de trois ans.

Projet FIRE

Le projet d'échange de données sur les incendies (FIRE) a démarré en 2002. Sa troisième phase, à laquelle ont participé 12 pays, a commencé en 2010 et a duré quatre ans. Elle a été suivie d'une quatrième phase de transition lancée en 2014 avec les mêmes partenaires. Ce projet a pour objectif principal de recueillir et d'analyser, à l'échelle internationale, des données sur les incendies survenus dans des environnements nucléaires. Les objectifs spécifiques sont les suivants :

- définir le format d'enregistrement et réunir (grâce à des échanges internationaux) des données d'expérience sur les incendies dans une base de données cohérente sous assurance qualité ;
- collecter les données sur les incendies et effectuer leur analyse sur le long terme de façon à mieux comprendre la nature des incendies, leurs causes, et les moyens de les prévenir ;
- dégager des enseignements qualitatifs sur les causes premières des incendies, qui pourront être utilisés pour concevoir des méthodes ou des mécanismes destinés à les prévenir ou à en limiter les conséquences ;
- établir un mécanisme de retour efficace d'expérience sur les incendies, notamment en mettant au point des parades telles que des indicateurs pour les inspections fondées sur le risque ;
- enregistrer les caractéristiques de ces incendies afin d'en calculer la fréquence et d'effectuer des analyses de risque.

La structure de la base de données a été bien définie, et tous les pays participants ont pris des dispositions pour collecter et valider les données. Le processus d'assurance qualité est en place et s'est révélé efficace sur le premier jeu de données. Une version actualisée de la base de données, riche aujourd'hui de plus de 400 entrées, est remise aux participants chaque année. La quatrième phase de transition a permis de consolider les futurs plans du projet et de nommer un nouvel exploitant. Ce nouvel exploitant continue de développer la base de données d'accès pour l'analyse des événements.

Un rapport de synthèse public sur la troisième phase du projet est paru en 2015, et un rapport

thématique sur des analyses de données conduites pour des situations combinant un incendie et un autre événement lié à un feu a été approuvé pour publication à la fin de 2015. Ce rapport a été jugé un bon exemple de la valeur ajoutée que peuvent apporter de telles analyses des données de la base.

En 2015, le comité de pilotage du projet a tenu deux réunions, à l'occasion desquelles les participants au projet ont défini un programme de travail de quatre ans en vue d'une cinquième phase. L'accord correspondant a été transmis pour signature aux 12 participants au projet.

Projet ICDE

Le projet international d'échange de données sur les défaillances de cause commune (ICDE) a pour objet de collecter et d'analyser des données d'exploitation relatives aux défaillances de cause commune (DCC) qui peuvent toucher plusieurs systèmes, dont les systèmes de sûreté. Lancé en 1998, il a été régulièrement prolongé et en est à sa phase 7 prévue pour durer de 2015 à 2018, selon les termes de l'accord correspondant.

Le projet ICDE recouvre les défaillances complètes, les défaillances partielles et les amorces de défaillances, ainsi que les composants clés des principaux systèmes de sûreté, tels que les pompes centrifuges, les générateurs diesel, les vannes motorisées, les soupapes de sûreté, les clapets antiretour, les mécanismes de commande des barres

de commande, les disjoncteurs, les composants du système de protection réacteur, de même que les batteries et les capteurs. Ces composants ont été sélectionnés car, selon plusieurs études probabilistes de sûreté, ils constituent d'importants facteurs de risque dans le cas des DCC.

Les enseignements qualitatifs tirés des données permettront de réduire le nombre de défaillances de cause commune qui constituent des facteurs de risque. Les pays membres utilisent ces données dans leurs études de risque nationales. D'autres activités de quantification sont actuellement à l'étude. Des rapports ont été rédigés sur les pompes, les générateurs diesel, les vannes motorisées, les soupapes de sûreté, les clapets anti-retour et les batteries. L'échange de données relatives aux appareils de protection et de coupure et aux instruments de mesure du niveau dans les réacteurs est achevé. Le projet ICDE a donné lieu en 2015 à la sortie des rapports suivants, établis à partir des données contenues dans la base :

- « ICDE Workshop on Collection and Analysis of Common-cause Failures due to External Factors » ;
- « Collection and Analysis of Emergency Diesel Generator Common-cause Failures Impacting Entire Exposed Population ».

En 2015, le groupe de pilotage du projet ICDE s'est réuni en avril et en octobre. Les activités supplémentaires identifiées au regard des thèmes intéressant les pays participants ont débouché sur un nouvel accord concernant une nouvelle septième phase du projet ICDE.

Forum coordonné par le Secrétariat

Programme multinational d'évaluation des conceptions

Le Programme multinational d'évaluation des conceptions (MDEP) est une initiative multinationale dont la finalité est de mettre au point des approches innovantes permettant de mutualiser les moyens et connaissances des autorités de sûreté nationales qui ont la responsabilité de l'évaluation réglementaire des nouvelles filières de réacteurs nucléaires. Ses principaux objectifs sont de favoriser la coopération et d'établir des pratiques réglementaires de référence afin de renforcer la sûreté des nouveaux réacteurs. En effet, en collaborant plus étroitement, les autorités de sûreté accroissent l'efficacité et l'efficacité des examens réglementaires des conceptions. Les activités de coopération du MDEP s'articulent actuellement autour de cinq groupes de travail dédiés à une conception spécifique (EPR, AP1000, APR1400, ABWR et VVER) et de trois groupes de travail dédiés à une problématique spécifique (coopération sur l'inspection des fabricants, contrôle-commande numérique et codes et normes). Ces groupes de travail traitent un large éventail de problèmes susceptibles de se poser dans le contexte de la réglementation de la conception, de la construction et de la mise en service des nouveaux réacteurs. Grâce à l'engagement constructif et actif des autorités de sûreté membres du programme, l'année a été très productive en termes d'échange d'informations. Les membres du MDEP sont les autorités de sûreté nucléaire de l'Afrique du Sud, du Canada, de la Chine, de la Corée, des Émirats arabes unis, des États-Unis, de la Finlande, de la France, de la Hongrie, de l'Inde, du Japon, du Royaume-Uni, de la Russie, de la Suède et de la Turquie. L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) participe également étroitement aux activités génériques du MDEP afin de garantir leur cohérence avec les exigences et les pratiques internationales.

Faits marquants en 2015

En 2015, le comité stratégique du MDEP a pris la décision importante de prolonger le programme pour cinq ans de plus au-delà de 2018, afin de permettre la poursuite de la coopération sous sa forme actuelle, ainsi que la conduite d'évaluations périodiques. Cette nouvelle période de collaboration sera centrée sur les groupes de travail dédiés à une conception spécifique. Les groupes de travail dédiés à une problématique spécifique mettront fin à leurs activités, qui seront transférées aux comités de l'AEN existants. À l'avenir, les questions pluridisciplinaires qui pourraient intéresser plus d'un groupe dédié à une conception

spécifique seront examinées par des groupes ad hoc placés sous la supervision du comité directeur du MDEP.

Le comité stratégique a approuvé l'inclusion d'une phase initiale d'exploitation des nouveaux réacteurs au champ d'activité des groupes dédiés à une conception spécifique. Par conséquent, tous ces groupes dédiés ont intégré à leur programme de travail la coopération sur les questions de conception rencontrées lors de la phase initiale d'exploitation.

Les groupes de travail dédiés à une conception spécifique rédigent actuellement des avis techniques concernant l'impact de l'accident de Fukushima Daiichi sur les nouvelles conceptions de réacteurs. L'avis technique du groupe chargé de l'EPR est finalisé et disponible en ligne. Les quatre autres groupes de travail dédiés à une conception spécifique ont remis des projets d'avis techniques au comité directeur, qui préparera une position commune concernant l'ensemble des réacteurs étudiés dans le cadre du MDEP.

Le programme des groupes de travail dédiés à une conception spécifique recouvre également la coopération autour des activités de mise en service. Les groupes chargés de l'EPR et de l'AP1000 sont particulièrement actifs dans ce domaine : ils surveillent actuellement la construction de 12 nouveaux réacteurs dans le monde. Par ailleurs, tous les groupes de travail dédiés à une conception spécifique préparent une position commune sur un cadre générique qui permettrait d'accepter les essais menés sur le premier réacteur uniquement (FPOT) et, à cette fin, élaborent un ensemble de conditions permettant de s'assurer que de tels essais menés avec succès sur un premier réacteur seraient recevables pour les réacteurs de même conception ultérieurement mis en service dans les pays des autres autorités de sûreté membres du projet. Le MDEP et le Groupe de travail du CNRA sur la réglementation des nouveaux réacteurs (WGRNR) organiseront un atelier commun sur la surveillance réglementaire de la phase de mise en service, en mars 2016, en Corée.

Le comité stratégique a supprimé le statut de membre associé afin de simplifier les modalités de participation au MDEP. Tous les membres du projet sont désormais membres à part entière, soumis aux mêmes obligations et bénéficiant des mêmes droits. L'Autorité hongroise de sûreté nucléaire (Országos Atomenergia Hivatal – OAH) est devenue le 15^e membre du MDEP. Elle compte avant tout participer aux activités du groupe chargé de la conception VVER.

De plus amples informations sur la structure du MDEP, ainsi que les rapports techniques et les positions communes mis à la disposition du public, sont consultables à la page www.oecd-nea.org/mdep.

Aspects humains de la sûreté nucléaire

L'objectif de l'AEN dans ce domaine est d'aider les pays membres dans leurs efforts d'accroître l'attention et l'intérêt portés aux éléments ayant un impact sur la sûreté nucléaire, et qui ont été identifiés comme des aspects critiques à l'origine de tous les accidents survenus dans les centrales nucléaires, y compris celui de Fukushima Daiichi. Ce domaine traite également des questions liées à une communication efficace avec le public et à l'engagement des parties prenantes dans la sûreté nucléaire, la gestion des déchets ainsi que d'autres thèmes associés. Les agents collaborent étroitement avec tous les comités de l'AEN et les groupes d'experts travaillant dans ce domaine, en particulier le Comité sur la sûreté des installations nucléaires (CSNI), le Comité sur les activités nucléaires réglementaires (CNRA) et le Comité de la gestion des déchets radioactifs (RWMC).

Faits marquants

- Le Groupe de travail sur la communication des autorités de sûreté nucléaire avec le public (WGPC) a organisé un atelier en Amérique du Nord, accueilli par la Nuclear Regulatory Commission des États-Unis.
- Un atelier tripartite sur les défis et améliorations à apporter à la culture de sûreté des autorités réglementaires a été organisé pour soutenir l'élaboration d'un nouveau document d'orientation sur ce thème.
- Un nouveau rapport présentant les meilleures pratiques pour garantir des performances humaines efficaces dans des conditions extrêmes est paru en 2015, tirant les leçons de l'expérience à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi.
- Le Forum sur la confiance des parties prenantes (FSC) a publié deux rapports sur le développement de relations efficaces avec les groupes de parties prenantes et les communautés locales. Il a également produit une brochure sur le renforcement de la participation des parties prenantes.

Autorités de sûreté nucléaire et communication avec le public

Le Groupe de travail de l'AEN sur la communication des autorités de sûreté nucléaire avec le public (WGPC) se consacre essentiellement à l'échange d'informations, de méthodes et d'expériences au sujet de la communication avec le public sur des questions réglementaires.

En 2015, le WGPC a publié un rapport sur les stratégies de communication des autorités de sûreté nucléaire, dans lequel il est dit qu'il est important que les autorités de sûreté définissent une stratégie de communication pour bien dialoguer avec les différentes parties prenantes, notamment le public,

et que cette stratégie leur permette de répondre aux attentes, d'assurer la cohérence des messages, d'améliorer la productivité et de mesurer les résultats obtenus. Le WGPC continue également d'axer ses efforts sur une activité destinée à aider les autorités de sûreté nucléaire à planifier, conduire et évaluer les consultations publiques. Pour cela, il s'attache à décrire les stratégies et les approches que les pays membres peuvent appliquer pour s'assurer que les réunions publiques sont productives et couronnées de succès.

En parallèle, le WGPC continue d'élargir sa coopération avec les parties prenantes à l'échelle de trois continents. Après le succès d'un premier atelier tenu en Europe, à Paris (France) en 2014, il a organisé



L'atelier nord américain du WGPC avec le Directeur général de l'AEN William D. Magwood, IV, le Président de l'Agence américaine de la réglementation nucléaire Steven Burns et participants en avril 2015, Washington, DC.

un deuxième atelier en Amérique, à Washington DC (États-Unis) en avril 2015, auquel ont participé 45 représentants de 11 pays au total, parmi lesquels des experts des médias et de la communication, des fonctionnaires d'État, des représentants d'organisations non gouvernementales et des acteurs de l'industrie. Un troisième atelier aura lieu à Tokyo (Japon) en avril 2016, afin de réunir les points de vue des pays d'Asie.

Groupe d'experts à haut niveau sur la culture de sûreté de l'autorité réglementaire

En 2015, le Groupe d'experts à haut niveau sur la culture de sûreté de l'autorité réglementaire (STG-SCRB) a mis la dernière main au guide qu'il devait préparer sur la culture de sûreté (*Safety Culture of an Effective Nuclear Regulatory Body*). Ce « livre vert » identifie et décrit cinq principes, ainsi que des caractéristiques associées, qui sous-tendent et favorisent la culture de sûreté d'une autorité de sûreté nucléaire efficace : leadership au service de la sûreté ; responsabilités individuelles et obligations de rendre compte ; coopération et communication ouverte ; globalité des démarches et amélioration continue ; apprentissage et auto-évaluation. Il décrit aussi certains des obstacles possibles à la culture de sûreté, que les autorités de sûreté doivent savoir reconnaître, comprendre et lever. Un atelier commun au CNRA, au CSNI et au CRPPH sur les défis et les améliorations de la culture de sûreté des autorités de sûreté s'est tenu à Paris en juin 2015. Les actes de cet atelier ont déjà été publiés. Le livre vert devrait paraître au début de 2016.



Atelier de CNRA/CSNI/CRPPH sur les défis et les améliorations de la culture de sûreté des autorités réglementaires en juin 2015.

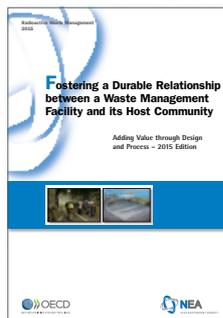
Facteurs humains et organisationnels

Le Groupe de travail de l'AEN sur les facteurs humains et organisationnels (WGHO) sert de lieu unique d'échange, à l'échelle internationale, d'informations sur des questions liées à la gestion de la sûreté, comme la culture de sûreté, les facteurs humains et organisationnels ainsi que l'efficacité humaine dans les installations nucléaires.

En 2015, un atelier s'est tenu sur les meilleures pratiques relatives à la conduite des essais de validation des performances de systèmes intégrés, comme les salles de commande des centrales nucléaires. Le WGHO a également publié un rapport sur le maintien de l'efficacité humaine dans des conditions extrêmes, semblables à celles vécues pendant l'accident de Fukushima Daiichi. L'une des conclusions de base du rapport est que les organisations doivent viser plus que la fiabilité afin de développer des capacités de résilience et de flexibilité à même de soutenir les performances humaines dans des situations extrêmes.

Forum sur la confiance des parties prenantes

En 2015, le Forum sur la confiance des parties prenantes (FSC) a tenu sa 16^e réunion, axée sur l'élaboration du nouveau programme de travail du Forum. L'accent a été mis sur la notion de valeur ajoutée pour le stockage des déchets radioactifs ainsi que sur la confiance des parties prenantes à l'égard du transport des déchets. Le groupe a également évoqué le prochain atelier national du FSC et les rencontres avec les collectivités locales à venir, du 7 au 9 septembre 2016, en Suisse.



Le FSC a publié deux rapports en 2015 : l'édition de 2015, en anglais, de sa publication *Fostering a Durable Relationship between a Waste Management Facility and its Host Community: Adding Value through Design and Process - 2015 Edition*, et la publication *Stakeholder Involvement Decision Making: A Short Guide to Issues, Approaches and Resources*.

Il a également produit une brochure sur le renforcement de la participation des parties prenantes. La collaboration avec la Commission européenne s'est par ailleurs poursuivie et a abouti à la publication d'un rapport soulignant le travail du FSC depuis sa création il y a 16 ans, sous le titre *The OECD Nuclear Energy Agency's Forum on Stakeholder Confidence, Radioactive Waste Management and Public Participation: A Synthesis of its Learnings and Guiding Principles*.



Contact :
Yeonhee Hah
 Chef, Division des aspects humains
 de la sûreté nucléaire
 +33 (0)1 45 24 11 57
 yeonhee.hah@oecd.org

Gestion des déchets radioactifs

L'objectif de l'AEN dans ce domaine est d'aider les pays membres à élaborer des stratégies à long terme pour gérer de façon sûre, durable et globalement acceptable tous les types de déchets radioactifs, en particulier ceux à vie longue et les combustibles usés considérés comme déchets, ainsi que pour démanteler les installations nucléaires désaffectées. Les agents collaborent étroitement dans ce domaine avec le Comité de la gestion des déchets radioactifs (RWMC) et ses groupes de travail.

Faits marquants

- Le Forum des régulateurs du RWMC a tenu un atelier en septembre pour examiner les défis qui attendent les autorités de sûreté en ce qui concerne le choix du site ainsi que l'autorisation de construction et d'exploitation des stockages de déchets radioactifs.
- Les actes de la Conférence-débat internationale sur la gestion des déchets radioactifs et la construction de la mémoire pour les générations futures (*Radioactive Waste Management and Constructing Memory for Future Generations*) ont été publiés.
- En juin, le Groupe d'intégration pour le dossier de sûreté (IGSC) a organisé un atelier international sur l'élaboration de scénarios pour continuer à améliorer les dossiers de sûreté des systèmes de stockage de déchets radioactifs.
- Le Groupe de travail sur le déclassé et le démantèlement (WPDD) a organisé une « Conférence internationale sur le démantèlement : stratégies, pratiques et difficultés » à Moscou et a publié une étude intitulée *The Practice of Cost Estimation for Decommissioning of Nuclear Facilities*.

Activités de gestion des connaissances

Les 33 membres de l'initiative sur la préservation des documents, des connaissances et de la mémoire (DCM) au fil des générations se sont réunis à deux reprises en 2015 afin d'examiner les mécanismes de transmission d'informations sur les sites de stockage de déchets radioactifs, comme les archives ou les capsules temporelles, et les moyens de prévenir les intrusions (à l'aide de marqueurs, par exemple). Ils ont également continué à élaborer le concept de fichier d'informations fondamentales (FIF), qui fournira une structure internationale et normalisée de synthèse des informations essentielles relatives à chaque stockage national. Les actes de la Conférence-débat internationale sur la gestion des déchets radioactifs et la construction de la mémoire pour les générations futures, qui s'est tenue à Verdun (France) du 15 au 17 septembre 2014, ont été publiés en 2015 sous le titre *Radioactive Waste Management and Constructing Memory for Future Generations: Proceedings of the International Conference and Debate, 15-17 September 2014, Verdun, France*.

Forum des régulateurs

De nombreux programmes de gestion des déchets radioactifs arrivant au stade de la construction et de l'exploitation, le Forum des régulateurs du RWMC (RWMC-RF) a organisé un atelier en septembre pour examiner les difficultés que rencontrent les autorités de sûreté lors de l'examen des demandes d'autorisation de construction et d'exploitation des stockages de déchets radioactifs. L'expérience accumulée aux différentes étapes du développement des programmes nationaux de gestion des déchets a nourri de vifs débats quant aux difficultés que

rencontrent les autorités de sûreté au niveau du choix du site d'accueil et de l'exploitation future des installations de stockage.

En 2015, le RWMC-RF s'est également penché sur la question du « transfert de responsabilités », en ce qui concerne par exemple la responsabilité juridique et la surveillance à long terme des installations de stockage de déchets radioactifs. En juin, les bureaux du RWMC, du Comité de protection radiologique et de santé publique (CRPPH) et du Comité du droit nucléaire (NLC), réunis pour passer en revue les responsabilités des différentes parties engagées dans des activités nucléaires, sont convenus de la nécessité de créer un groupe d'experts conjoint pour déterminer quels régimes de responsabilité civile nucléaire devraient s'appliquer aux projets de stockage de déchets radioactifs menés dans les pays membres de l'AEN.

Conférence internationale sur le stockage géologique

Après le succès des précédentes conférences tenues à Denver (1999), Stockholm (2003), Berne (2007) et Toronto (2012), l'AEN et l'Agence française de gestion des déchets radioactifs (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs – Andra) coorganisent l'édition 2016 de la Conférence internationale sur le stockage géologique (ICGR 2016), qui rassemblera des décideurs de haut rang des autorités de sûreté, des pouvoirs publics locaux, des organismes de gestion des déchets et des organisations de la société civile venus examiner les perspectives actuelles d'évolution des stockages géologiques. Le thème de cette édition, la « participation continue et la mise en œuvre sûre des stockages de déchets », vise à promouvoir l'échange d'informations et d'expériences, dans le

domaine de l'élaboration des politiques et des cadres réglementaires, notamment, mais d'autres questions seront aussi abordées, comme la sûreté des stockages, la planification et la mise en œuvre des programmes de stockage avec la participation de la société civile, ainsi que les travaux en cours au sein de différentes organisations internationales. L'ICGR 2016 est actuellement prévue du 6 au 9 décembre 2016.

Dossier de sûreté et stockage géologique

En 2015, le Groupe d'intégration pour le dossier de sûreté (IGSC) a conduit une série d'ateliers et de réunions techniques pour poursuivre l'amélioration des dossiers de sûreté des stockages de déchets radioactifs. En début d'année, il a lancé une initiative pour déterminer des méthodes efficaces de communication d'informations scientifiques à destination des parties prenantes non spécialistes. En juin, il a organisé un atelier visant à étudier les techniques d'élaboration des scénarios dans les pays membres de l'AEN et évaluer la contribution de ces scénarios aux dossiers de sûreté récents.

La première édition du recueil de référence de l'IGSC (*IGSC Sourcebook*), dont l'objectif est d'aider à coordonner les travaux actuellement menés par l'AEN, l'AIEA et la Commission européenne autour de l'élaboration des dossiers de sûreté, a également été achevée en 2015. Cet ouvrage est à la base de relations de travail positives et respectueuses entre les organisations internationales. Il prévoit notamment des examens périodiques et des retours d'informations qui permettront de mieux planifier les activités à mener en tenant compte des besoins spécifiques des pays membres.

Les organes scientifiques de l'IGSC – le Club argile, le Club sel et le Groupe d'experts sur la sûreté en exploitation (EGOS) – ont bien progressé dans leur recherche de données scientifiques solides pour l'évaluation de la sûreté. En 2015, le Club argile a finalisé son catalogue de caractéristiques des roches argileuses (*Clay Club Catalogue of Characteristics of Argillaceous Rocks*), à paraître au début de 2016. Le Club sel a quant à lui continué de se concentrer sur la mise au point de son catalogue de caractéristiques, événements et processus (FEP) pour le stockage géologique, qui constitue une étude complète des comportements mécaniques spécifiques des roches salines, et notamment de leurs comportements de dilatation et de fluage sous faible chargement déviatorique, ainsi que des conséquences de l'activité microbienne sur les stockages géologiques en formations salines.

La question de la sûreté opérationnelle des stockages géologiques demeure essentielle pour l'IGSC, dont le mandat renouvelé en 2015 cible certaines activités liées à la sûreté en exploitation, comme les critères d'acceptation des déchets dans les stockages ainsi que la poursuite de la création d'une base de données de l'AEN sur les risques opérationnels.

Gestion des métadonnées relatives aux stockages de déchets radioactifs (RepMet)

L'initiative RepMet a tenu sa troisième réunion en mai, suivie d'une quatrième réunion en octobre.

Son objectif est de promouvoir une meilleure compréhension de l'identification et de l'administration des métadonnées – aspect essentiel de la gestion des données – pour aider les programmes nationaux à gérer les données, les informations et les documents associés à leurs projets de stockage d'une façon qui soit à la fois harmonisée à l'échelle internationale et adaptée à une gestion et une utilisation de long terme.

Début 2015, les gestionnaires de déchets radioactifs participants ont rempli un questionnaire sur la collecte et l'entreposage des déchets de faible et moyenne activité (FMA) dans le cadre de leurs programmes nationaux. Le groupe RepMet a décidé de mettre au point un modèle conceptuel des données (MCD) pour la bibliothèque de traitement en partant des éléments de ce questionnaire. Les participants à la quatrième réunion ont étudié et vérifié la flexibilité de ce MCD puis établi un protocole à suivre pour remplir la bibliothèque avec des attributs de données et de métadonnées. La session de travail a confirmé la solidité du modèle de données proposé.

Démantèlement

La 16^e réunion annuelle du Groupe de travail sur le déclassement et le démantèlement (WPDD) s'est tenue du 23 au 25 novembre 2015. À cette occasion, les participants ont échangé autour des intérêts et des besoins des pays membres de l'AEN et du futur programme de travail et sont convenus que l'analyse des coûts du démantèlement constituait une thématique essentielle. La réunion a comporté une session spéciale conjointe consacrée au contexte du démantèlement en Extrême-Orient. Par ailleurs, l'AEN a organisé une Conférence internationale sur le démantèlement : stratégies, pratiques et difficultés du 9 au 11 novembre 2015 à Moscou, avec le soutien de Rosatom.

Le Groupe d'estimation des coûts du démantèlement (DCEG) du WPDD a publié une étude intitulée *The Practice of Cost Estimation for Decommissioning of Nuclear Facilities*. Cette étude, qui s'intéresse aux pratiques actuelles et aux normes en vigueur dans un certain nombre de pays membres de l'AEN, constitue une référence précieuse pour les spécialistes du domaine et les programmes de formation.

Un nouveau Groupe d'experts sur la préparation du démantèlement pendant l'exploitation et après l'arrêt définitif d'une installation (TGPF) a par ailleurs été créé. Enfin, le Groupe d'experts sur la caractérisation radiologique et le démantèlement (TG-RCD) du WPDD a réalisé une enquête visant à cerner les problèmes importants que pose la caractérisation radiologique quand elle est effectuée lors d'un processus de gestion des matières et déchets radioactifs qui lui-même a lieu dans le cadre d'un démantèlement.

Méthodes d'inventaire des déchets radioactifs et de communication d'inventaire

Le Groupe d'experts sur les méthodes d'inventaire des déchets et de communication d'inventaire (EGIRM) du RWMC a élaboré un système universel de visualisation des données des inventaires de déchets radioactifs et de combustible usé, qui garantit une présentation

cohérente des inventaires nationaux. En 2015, il a mis au point et testé la méthodologie à appliquer au combustible usé et aux déchets de haute activité après le traitement du combustible usé.

Démantèlement des installations et gestion des déchets de Fukushima

Le Groupe d'experts sur la R-D concernant la gestion des déchets et le démantèlement à Fukushima (EGFWMD) a continué de fournir des conseils concernant la gestion des grandes quantités de déchets présentes sur le site de la centrale nucléaire de

Fukushima Daiichi, et à faire part de son expérience à la communauté internationale. Il conseille le gouvernement japonais sur la gestion des déchets et le démantèlement de la centrale de Fukushima Daiichi.



Contact :
Michael Siemann
Chef, Division de la protection
radiologique et de la gestion des déchets
radioactif
+33 (0)1 45 24 10 40
michael.siemann@oecd.org

Projets communs

CPD

Le programme de coopération pour l'échange d'informations scientifiques et techniques sur les projets de démantèlement d'installations nucléaires (CPD) est un projet commun à un petit nombre d'organisations procédant activement à l'exécution ou à la planification du démantèlement d'installations nucléaires. Lancé en 1985 et exécuté conformément à l'article 5 des Statuts de l'AEN, il vise à échanger et à partager les informations tirées du retour d'expérience du démantèlement d'installations nucléaires qui peuvent être utiles à des projets actuels ou futurs. Son périmètre d'activité, qui recouvrait initialement 10 projets de démantèlement dans 8 pays, a pris de l'ampleur et comprend désormais 67 projets (39 réacteurs et 28 installations du cycle du combustible) relevant de 13 pays membres de l'AEN, d'une économie non membre et de la Commission européenne. Un accord révisé entre les participants, qui sert de fondement au programme, est entré en vigueur le 1^{er} janvier 2014 et durera jusqu'au 31 décembre 2018.

Les échanges d'informations que prévoit le CPD sont un moyen de diffuser largement les meilleures pratiques internationales et d'encourager le recours à des méthodes sûres, respectueuses de l'environnement et rentables dans le cadre de tous les projets de démantèlement. Chaque année, le Groupe consultatif technique (TAG) tient deux réunions à l'occasion desquelles les participants visitent le site de l'un d'entre eux, et débattent ouvertement, pour le bénéfice de tous, des aspects positifs et moins positifs de leur expérience en matière de démantèlement.

Bien qu'une partie des informations ainsi échangées au sein du CPD soient confidentielles et donc réservées aux participants, il est aussi organisé une plus large diffusion de l'expérience d'intérêt général acquise sous les auspices du programme. Dans ce contexte, le groupe d'experts du CPD sur le recyclage et la réutilisation des matériaux continue d'examiner les différentes approches suivies aux échelles nationale et internationale en matière de gestion des déchets radioactifs de faible activité issus du démantèlement.

Projet TDB

Lancé en 1984 par le RWMC, le projet de base de données thermodynamiques sur les espèces chimiques (TDB) vise à constituer la base de données de haute qualité nécessaire aux modélisations effectuées dans le cadre des études de sûreté des stockages de déchets radioactifs. Le mandat actuel du projet doit se poursuivre jusqu'en mars 2018. Quinze organisations issues de douze pays concourent au projet.

Jusqu'à présent, le projet TDB a produit 13 volumes de données thermodynamiques dont la qualité est attestée et qui sont internationalement reconnues. Les travaux en cours visent à achever quatre examens – propriétés du fer (deuxième volume), propriétés du molybdène, données auxiliaires et deuxième mise à jour des volumes sur l'uranium, l'américium, le neptunium, le plutonium et le technétium – et deux rapports présentant l'état des connaissances sur la thermodynamique des phases cimentaires et sur les systèmes à force ionique élevée. L'actualisation de la base électronique de TDB est également en chantier.

La cinquième phase du projet TDB a démarré en avril 2014. Le programme de travail de TDB-5 comprend principalement :

- la mise à jour des volumes sur les actinides de la phase 2, technétium inclus ;
- la préparation d'un rapport sur l'état des connaissances de la thermodynamique des minéraux cimentaires ;
- la préparation d'un rapport sur l'état des connaissances de l'extrapolation thermo-chimique des données à des températures non standard, dans l'attente des résultats d'un rapport d'introduction ;
- la préparation d'un rapport sur l'état des connaissances de la thermodynamique des actinides dans des solutions aqueuses de force ionique élevée.

Protection radiologique

L'objectif de l'AEN dans ce domaine est d'aider les pays membres à réglementer, mettre en œuvre et enrichir le système de protection radiologique en identifiant et en traitant efficacement les problèmes théoriques, scientifiques, stratégiques, réglementaires, opérationnels et sociaux. Les agents collaborent étroitement dans ce domaine avec le Comité de protection radiologique et de santé publique (CRPPH) et ses groupes de travail.

Faits marquants

- Le CRPPH et le Comité de la gestion des déchets radioactifs (RWMC) ont organisé une session thématique commune sur la sûreté des stockages géologiques de déchets radioactifs.
- Le quatrième atelier sur les sciences et valeurs en radioprotection s'est tenu à Moscou (Russie).
- Le CRPPH a continué de prêter son concours aux réunions de dialogue citoyen organisées par la Commission internationale de protection radiologique (CIPR), en prenant part en décembre 2015 à une réunion de synthèse à la suite du 12^e et dernier dialogue.
- Une nouvelle proposition a été formulée concernant un projet commun de la CRPPH sur la variabilité de la dose à l'organe en fonction du sexe, de l'âge et de l'indice de masse corporelle.
- L'exercice INEX-5 a démarré : 22 pays y participent.
- L'échange d'informations et d'expériences sur la radioprotection des travailleurs dans les centrales nucléaires, mené dans le cadre du programme du Système d'information sur la radioexposition professionnelle (ISOE), s'est poursuivi à l'occasion de plusieurs symposiums ALARA organisés au Brésil, au Japon et aux États-Unis.

Conséquences de l'accident de Fukushima Daiichi sur le plan de la radioprotection

L'un des principaux enseignements à tirer de l'accident survenu à la centrale de Fukushima Daiichi est qu'il est essentiel que les pouvoirs publics soutiennent le retour à la normale et que les parties prenantes aient confiance dans le gouvernement. Le retour à la normale dépend du choix des parties prenantes de rester ou pas ou, inversement, de rentrer ou pas, et cette décision peut reposer sur la compréhension qu'elles ont des circonstances du moment, notamment les conditions radiologiques et les aspects sociaux tels que les emplois, les écoles, les services de santé, les infrastructures, les réseaux sociaux, les commerces disponibles et les services d'appui. Par conséquent, il importe que des experts des sphères scientifique, sociale et gouvernementale répondent aux préoccupations des parties prenantes afin de les aider à prendre des décisions fondées sur des informations réalistes et scientifiquement exactes.

Les dialogues citoyens organisés par la CIPR font clairement apparaître que les personnes souhaitant demeurer dans les territoires contaminés, ou y retourner, ont adopté vis-à-vis de l'avenir une attitude positive intégrant l'idée que la normalité post-accidentelle est devenue la normalité. Des facteurs tels que l'histoire familiale, les liens culturels tissés au niveau local, les infrastructures, le travail, l'âge et la situation familiale pèsent tous également lourd dans ces décisions. En décembre 2015, l'AEN a pris part au colloque de la CIPR consacré au dialogue citoyen, qui visait à synthétiser les 12 dialogues et à

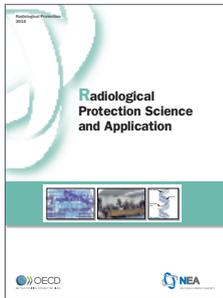
présenter les enseignements tirés de ces échanges, qui seront rassemblés dans un rapport final.

Évolution du système international de protection radiologique

La CIPR procède actuellement à la mise à jour de ses deux publications sur la gestion de crise et le retour à la normale (publications 109 et 111). Les nouvelles versions devraient paraître en 2017. L'AEN participe à cette mise à jour pour s'assurer qu'elle prenne en compte l'expérience de ses pays membres et les avis du CRPPH. Le point de vue du CRPPH, qui estime que les problématiques et les méthodes de gestion de la radioprotection doivent s'adapter aux circonstances du moment, est étayé par ces travaux ainsi que par l'expérience accumulée au fil des années. Par exemple, lorsqu'il s'agit de prévoir et de mettre en œuvre des mesures de protection, il semble essentiel de commencer par cerner clairement les risques radiologiques et non radiologiques. En effet, c'est sur la base d'une analyse des circonstances du moment, et des possibilités que l'on a de contrôler la source d'exposition et de gérer les voies d'exposition dans ces circonstances particulières, que l'on peut déterminer le type de situation (exposition planifiée, exposition existante ou exposition d'urgence) ainsi que le seuil de tolérance des individus à l'exposition (choix d'une fourchette adéquate pour les critères de dose). L'accident de Fukushima Daiichi a montré que la focalisation sur des « critères numériques », et en particulier sur les limites de doses de 20 mSv/an

et 1 mSv/an, peut être source de préoccupation et d'incompréhension. Pour cette raison, un réexamen des circonstances du moment, avec des échanges autour des outils de la CIPR les plus à même d'être adaptés à ces circonstances, peut aider à recentrer l'attention des parties prenantes touchées sur les mesures concrètes plutôt que sur les critères numériques.

Science de la radioprotection



Le Groupe d'experts sur les sciences de la radioprotection (EGPRS) du CRPPH a fini de mettre à jour les rapports du Comité de 1998 et 2007 sur les implications de la science de la radioprotection. Selon son dernier rapport, à paraître début 2016, les recherches radiologiques, épidémiologiques et biologiques continuent

d'étayer largement l'hypothèse qu'il existe des risques radiologiques même à des doses inférieures à 100 mSv, et que l'un des modèles d'estimation de la courbe dose-risque est linéaire sans seuil.

Aspects scientifiques et stratégiques de la radioprotection

La radioprotection est affaire de science, mais aussi d'appréciation. En rendant ces deux aspects plus transparents pendant le processus décisionnel, on aiderait à mieux faire accepter les décisions et à conforter leur pérennité. Le CRPPH réfléchit à ce type de problématique dans le cadre d'une série d'ateliers sur la science et les valeurs en radioprotection. Après trois premiers ateliers en 2008, 2009 et 2012, un quatrième a été organisé à Moscou du 9 au 11 juin 2015. Les participants se sont penchés sur la question de la science et des valeurs dans trois contextes : le suivi médical des travailleurs et des victimes d'un accident nucléaire, l'utilisation de la dose pour évaluer les risques, et le dialogue autour de la question des risques liés à de faibles doses de rayonnement.

Gestion des urgences nucléaires

À la suite de l'accident de Fukushima Daiichi, les instances internationales se sont accordées sur la nécessité de renforcer la communication internationale et l'échange d'informations sur les décisions nationales relatives à la gestion des urgences nucléaires. L'harmonisation et la coordination des mesures de protection au niveau international sont particulièrement importantes à l'échelle régionale

pour garantir une réponse équilibrée. La coordination des réponses nationales est fondamentale lorsque des accidents affectent directement plusieurs pays d'une région, voire quand ils ne touchent qu'un seul pays.

Depuis l'accident de Fukushima Daiichi, de nombreuses mesures relatives à la gestion des urgences et au retour à la normale sont prises aux échelles nationale et internationale. La série INEX d'exercices internationaux d'urgence nucléaire offre aux pays participants la possibilité de tester et démontrer l'utilité de ces améliorations. En particulier, INEX-5 a été conçu pour tester les nouvelles actions, mesures et démarches élaborées aux niveaux régional et international pour renforcer la communication et l'échange d'informations ainsi que la coordination transfrontière.

INEX-5 porte sur les aspects de la gestion d'urgence qui concernent la notification, la communication et les interfaces entre les pays ou les organisations internationales. Bien que le scénario INEX-5 prévoie un rejet de radioactivité par une centrale, les supports de l'exercice sont conçus pour que tous les pays, équipés ou non de centrales, puissent conduire des exercices de simulation à l'échelle régionale avec plusieurs participants, les exercices individuels demeurant une possibilité.

Dans ce contexte, l'AEN encourage les pays qui comptent mener INEX-5 à prendre part à un exercice régional (conçu par eux-mêmes ou par un tiers) avec des pays voisins ou plus éloignés afin de déterminer comment améliorer ces aspects, le cas échéant. L'exercice permettra notamment d'identifier les bonnes pratiques ainsi que les principaux travaux qui gagneraient à être menés à l'avenir dans le cadre d'une coopération internationale.

INEX-5 a démarré en septembre 2015 et se poursuivra jusqu'en juin 2016. Il est pour le moment prévu d'y consacrer un atelier d'évaluation au printemps 2017. L'exercice est ouvert à tous les pays (membres et non membres de l'AEN) ainsi qu'aux organisations internationales intéressées. Fin 2015, 22 pays avaient fait part de leur intention d'y participer.



Contact :
Michael Siemann
Chef, Division de la protection
radiologique et de la gestion des déchets
radioactif
+33 (0)1 45 24 10 40
michael.siemann@oecd.org

Projets communs

ISOE

Le Système d'information sur la radioexposition professionnelle (ISOE), initiative lancée en 1992 par l'AEN et coparrainée par l'AIEA, vise à faciliter le partage de données, d'analyses, d'enseignements et d'expériences sur la radioprotection des travailleurs dans les centrales nucléaires du monde entier. Il tient à jour la plus grande base de données du monde sur la radioexposition professionnelle et maintient un réseau d'experts en radioprotection travaillant pour des exploitants nucléaires ou des autorités de sûreté. Le nouveau mandat de l'ISOE, couvrant la période 2012-2015, est entré en vigueur le 1^{er} janvier 2012. Depuis lors, il a été révisé à sept reprises, principalement pour intégrer de nouveaux membres. Au 31 décembre 2015, le programme ISOE réunissait 76 exploitants de 29 pays et 22 autorités de sûreté de 20 pays. Les autorités de sûreté des Émirats arabes unis et du Bélarus ont rejoint l'ISOE en 2015.

Quatre centres techniques d'appui (Amérique du Nord, Asie, Europe et AIEA) sont chargés de la gestion quotidienne des opérations techniques d'analyse et d'échange d'information et d'expérience. La base ISOE contient des informations sur les niveaux de radioexposition professionnelle et les tendances observées dans 482 tranches nucléaires (401 en exploitation et 81 en arrêt à froid ou à un stade quelconque de démantèlement) de 29 pays, soit environ 91 % des réacteurs de puissance du monde. La base, les publications, les symposiums annuels et le site web du réseau ISOE facilitent les échanges entre participants concernant l'expérience d'exploitation et

les leçons tirées de l'optimisation de la radioprotection des travailleurs.

En 2015, le programme ISOE a continué de mettre l'accent sur l'échange de données, d'analyses, de bonnes pratiques et d'expériences au service de la réduction de la radioexposition professionnelle dans les centrales nucléaires, et sur l'amélioration de la qualité de la base de données sur la radioexposition professionnelle. Les centres techniques régionaux de l'ISOE ont continué de soutenir leurs membres en leur communiquant des analyses de données spécialisées et en organisant à leur intention des visites comparatives. Les principaux travaux menés en 2015 ont été : la préparation du plan stratégique de l'ISOE pour 2016-2019 ; la création d'un nouveau Groupe de travail sur les aspects des activités de démantèlement des centrales nucléaires qui concernent la radioprotection (WGDECOM) ; la réalisation de plusieurs analyses nouvelles, standard et instantanées de la base de données ; et la signature d'un accord de coopération technique avec l'Enresa (Espagne) afin de faciliter l'échange d'information et d'expérience sur l'optimisation de la radioprotection des travailleurs pendant l'exploitation et le démantèlement de centrales nucléaires.

En 2015 également, l'ISOE a organisé un symposium international ALARA au Brésil (26-27 mai) et deux symposiums régionaux ALARA en Amérique du Nord (États-Unis, 12-14 janvier) et en Asie (Japon, 9-10 septembre).

Sciences nucléaires

L'objectif de l'AEN dans ce domaine est d'aider les pays membres à identifier, collecter, développer et diffuser les connaissances scientifiques et techniques de base indispensables pour assurer le fonctionnement sûr, fiable et économique des filières nucléaires actuelles et de prochaines générations. Les agents collaborent étroitement avec le Comité des sciences nucléaires (NSC) et ses groupes de travail.

Faits marquants

- En 2015, le NSC a publié trois rapports, sur le cycle du combustible au thorium (*Introduction of Thorium in the Nuclear Fuel Cycle*), sur les expériences intégrales pour la gestion des actinides mineurs (*Review of Integral Experiments for Minor Actinide Management*) et sur les propriétés du plomb et de l'alliage eutectique plomb-bismuth, la compatibilité des matériaux, la thermohydraulique et les technologies associées (*Handbook on Lead-bismuth Eutectic Alloy and Lead Properties, Materials Compatibility, Thermal-hydraulics and Technologies*).
- Le NSC a créé un Groupe d'experts sur les technologies des métaux liquides.
- Le NSC a publié un rapport sur un benchmark dont l'objectif était de déterminer la composition en nucléides et le facteur de multiplication du combustible usé d'un REB en vue d'un meilleur contrôle du crédit burn-up et de la criticité des combustibles nucléaires endommagés.
- Le NSC a produit deux rapports de synthèse des connaissances, l'un sur la modélisation multi-échelle des combustibles et l'autre sur le dommage d'irradiation primaire.
- Un nouveau logiciel de test de la sensibilité des données nucléaires (NDaST) a été développé. Il permet de bénéficier à la fois des capacités de l'outil logiciel DICE de la base ICSBEP et de celles de l'outil de visualisation des données nucléaires JANIS.

Physique des réacteurs

Les travaux de l'AEN en sciences nucléaires ont pour finalité importante la mise au point et la validation de méthodes de calcul applicables à l'analyse des transitoires de réacteurs. On s'attache à comparer entre elles les méthodes de modélisation de transitoires en réacteurs à eau légère utilisées pour un large éventail de conceptions, notamment les réacteurs à eau sous pression (REP), les réacteurs à eau bouillante (REB) et les réacteurs de conception russe VVER-1000. En 2015, les études sont passées de l'analyse d'essais portant sur des phénomènes distincts à l'évaluation des incertitudes associées aux données que fournissent les mesures multiphysiques explicitement couplées, telles que les données obtenues sur l'instabilité du REB d'Oskarsham.

Plus généralement, on continue de faire évoluer les méthodes de calcul multiphysique pour répondre aux besoins des concepteurs, des exploitants et des autorités de sûreté, notamment en augmentant la précision des prédictions et en élargissant les capacités de modélisation de scénarios plus complexes. On développe désormais des outils de simulation multiphysique innovants qui permettent de tenir compte des phénomènes couplés liés au comportement du combustible et à la chimie du réfrigérant. Pour que la communauté des sciences nucléaires bénéficie au maximum de ces nouveaux outils, il est nécessaire de déployer un répertoire plus complexe d'essais de validation couvrant les multiples

échelles de longueur et de temps requises, ainsi que l'ensemble des phénomènes physiques simulés. C'est dans cette perspective que les chercheurs et industriels de la communauté des sciences nucléaires de l'AEN ont décidé de former le Groupe d'experts sur les données d'expériences multiphysiques, les benchmarks et la validation (EGMPEBV) qui, lui-même, compte deux groupes de travail.

Tout au long de l'année 2015, l'EGMPEBV a concentré ses efforts sur l'élaboration de deux rapports destinés à servir de cahier des charges commun à ses deux groupes de travail, le premier sur la portée des applications multiphysiques (« Definition of the Scope of Multi-Physics Applications ») et le deuxième sur l'état actuel des connaissances en validation des outils de simulation et de modélisation multiphysiques et sur les besoins dans ce domaine (« Summary Report on the Current Status and Expected Needs for Validation of Multi-Physics Modelling and Simulation Tools »).

Le programme de sciences nucléaires comprend également l'amélioration continue des bases de données de benchmarks de haute qualité. En 2015, le NSC a lancé un examen pour identifier les éventuelles lacunes importantes dans les bases existantes ainsi que les caractéristiques des installations expérimentales où l'on pourrait conduire les expériences nécessaires pour répondre aux besoins actuels et futurs de la communauté des utilisateurs des codes de calcul.

Physique et chimie du cycle du combustible

Les activités dans ce domaine couvrent tous les aspects du cycle du combustible, de l'amont à l'aval, et visent à étudier, pour divers systèmes nucléaires existants et avancés, des questions telles que les scénarios du cycle du combustible, les combustibles et matériaux innovants, la chimie de la séparation et le stockage des déchets.

Plusieurs groupes d'experts mettent actuellement la dernière main à leurs travaux, comme en témoignent la parution d'un manuel révisé consacré aux propriétés du plomb et de l'alliage eutectique plomb-bismuth, à la compatibilité des matériaux, à la thermohydraulique et aux technologies associées (*Handbook on Lead-bismuth Eutectic Alloy and Lead Properties, Materials Compatibility, Thermal-hydraulics and Technologies*) et le remplacement de l'ancien Groupe d'experts sur les technologies des métaux liquides lourds (EGHLM) par le Groupe d'experts sur les technologies des métaux liquides (EGLM), afin d'inclure au programme une activité sur le sodium liquide. De son côté, le Groupe d'experts sur les scénarios de cycles avancés du combustible (AFCS) a démarré deux projets : un benchmark sur les scénarios de gestion des déchets transuraniens, et un autre benchmark sur les calculs de débits de dose applicables aux assemblages combustibles irradiés.

Les versions finales du rapport sur l'état des connaissances en chimie de la séparation (« State-of-the-art Report on Separation Chemistry »), préparé par le Groupe d'experts sur la chimie du recyclage du combustible (FRC), et du rapport sur les incertitudes associées aux paramètres d'entrée dans les études de scénarios du cycle du combustible (« Uncertainty of Input Parameters on Nuclear Fuel Cycle Scenario Studies »), préparé par l'AFCS, sont en cours d'examen en vue de leur prochaine parution. Enfin, la phase II du benchmark des modèles de boucles thermohydrauliques pour l'étude des réacteurs nucléaires avancés refroidis par un alliage de plomb est achevée et le rapport correspondant est en préparation.

Sûreté-criticité nucléaire

Le Groupe de travail sur la sûreté-criticité nucléaire (WPNCS) de l'AEN chapeaute actuellement cinq groupes d'experts. Il est également responsable de la coordination et de la maintenance de la base de données du Projet international d'expériences de criticité (ICSBEP) et de la base de données sur la composition isotopique du combustible usé (SFCOMPO). En 2015, il a poursuivi la collecte et la vérification de données expérimentales publiques sur la composition isotopique dans SFCOMPO-2.0 et finalisé un guide d'évaluation de la base de données évaluées sur la composition isotopique du combustible usé (« Evaluation Guide for the Evaluated Spent Nuclear Fuel Assay Database »).

L'examen du traitement rigoureux de la propagation des incertitudes dans divers problèmes de sûreté-criticité se poursuit à travers des activités de

benchmark. En 2015, ont été définies les spécifications de deux nouveaux benchmarks : le premier vise à établir des corrélations entre les incertitudes expérimentales ; le second est un essai en aveugle sur des poudres humides de combustible à mélange d'oxydes (MOX) qui devrait fournir un test réaliste de la cohérence de diverses méthodes d'évaluation de la criticité.

Sciences des matériaux

Les activités dans ce domaine recouvrent la modélisation et la simulation multi-échelles, ainsi que la R-D au service de l'amélioration des combustibles existants et de la conception de combustibles innovants. En 2015, le Groupe de travail de l'AEN sur la modélisation multi-échelle des combustibles et matériaux de structure pour les systèmes nucléaires (WPMM) a produit deux rapports de synthèse des connaissances. Le premier évalue les bases scientifiques et technologiques de la modélisation multi-échelle des combustibles à l'appui des programmes d'optimisation des combustibles existants et de conception de combustibles innovants. Le second examine le dommage d'irradiation primaire dans les matériaux, fait le point des connaissances actuelles dans le domaine et propose une nouvelle norme de modélisation du dommage causé par les déplacements, pour prendre en compte l'efficacité de la production de défauts pendant les cascades de déplacements et les effets de mélange. Dans le même temps, une nouvelle activité lancée en 2015 vise à faire la synthèse des connaissances en modélisation des techniques expérimentales de caractérisation des défauts d'irradiation dans les matériaux de structure.

Le Groupe d'experts sur les performances des combustibles des réacteurs (EGRFP) a lancé une étude comparative de codes de calcul du comportement du combustible pour étudier l'interaction mécanique pastille-gaine (IMPG). Plus de 20 organisations participent à cet exercice, qui prévoit également une comparaison des résultats des simulations avec des données expérimentales obtenues grâce au réacteur de Halden. Le Groupe d'experts sur les ATF (*accident-tolerant fuels*) pour réacteurs à eau légère (EGATFL) a très bien avancé dans son projet de définition de l'état de l'art des connaissances sur les propriétés fondamentales et le comportement, en conditions normales et accidentelles, de matériaux et composants du cœur innovants (combustibles, gaines, barres de commandes avancées, canaux tubulaires des REB) plus résistants en conditions accidentelles. Les matériaux analysés sont des combustibles innovants (oxyde d'uranium avancé, combustibles à haute densité tels que le siliciure d'uranium et le nitrure d'uranium, combustibles céramiques intégralement encapsulés) et des matériaux de gainage (alliages de zirconium revêtus et améliorés, aciers avancés, carbure de silicium [SiC] et composites SiC/SiC, métaux réfractaires) compatibles avec les réacteurs actuels de générations II, III et III+, l'objectif étant d'obtenir des composants plus résistants en conditions accidentelles avec perte prolongée du refroidissement.

Gestion des connaissances

Les travaux dans ce domaine sont surtout axés sur le transfert des connaissances et des compétences d'une génération à la suivante, afin de préserver les moyens scientifiques et techniques nécessaires à la conception de nouvelles installations nucléaires. Il y a plusieurs années, le Comité des sciences nucléaires de l'AEN a lancé un programme pour constituer des bases de données bien structurées et très faciles d'accès destinées à la préservation et l'évaluation des informations sur la physique des réacteurs (IRPhE), la sûreté-criticité (ICSBEP), le blindage (SINBAD), le comportement du combustible (IFPE) et la composition isotopique du combustible usé (SFCOMPO). Il assure la maintenance et actualise ces bases de données en étroite collaboration avec la Banque de données de l'AEN.

Un nouveau logiciel de test de la sensibilité des données nucléaires (NDaST) a été développé. Combinant les capacités de l'outil logiciel DICE de la base ICSBEP avec celles de l'outil de visualisation des données nucléaires JANIS, il permet de déterminer comment des modifications proposées des données nucléaires peuvent influencer sur les milliers d'essais de criticité

répertoriés dans le manuel ICSBEP. Il a été procédé à la mise à jour de la structure et des données de la base consacrée aux installations de recherche et d'essai, qui contient les caractéristiques majeures et l'état des installations de recherche et d'essai utilisées en sciences et technologies nucléaires. Enfin, on continue de rassembler et d'examiner la littérature consacrée aux méthodes de validation, et d'identifier les besoins expérimentaux dans les domaines de la neutronique, de la thermohydraulique, de l'étude des matériaux, du comportement du combustible et des méthodes de calcul multiphysique. L'amélioration des bases de données de l'AEN (DICE, IDAT, SFCOMPO, SINBAD, IFPE) s'est également poursuivie.



Contact :
Jim Gulliford
Chef, Division des Sciences nucléaires
+33 (0)1 45 24 10 72
jim.gulliford@oecd.org

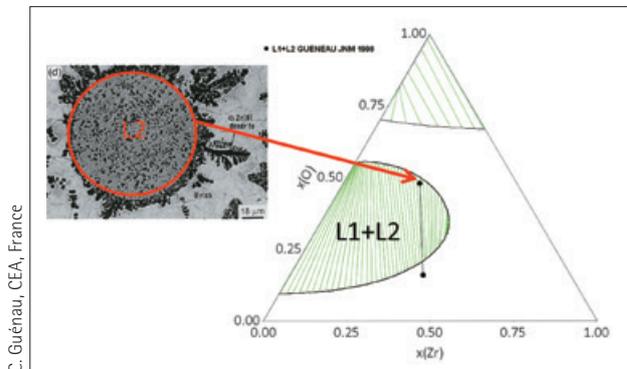
Projet commun

Projet TAF-ID

Le projet de base de données internationales sur la thermodynamique des combustibles avancés (TAF-ID), mis sur pied en janvier 2013, est financé par neuf organisations de six pays membres de l'AEN. Il vise à établir une base de données sous assurance qualité, à la fois exhaustive et reconnue internationalement, sur les propriétés thermodynamiques des combustibles nucléaires avancés et les diagrammes de phases associés, afin de répondre aux exigences spécifiques du développement des combustibles avancés destinés à alimenter une future génération de réacteurs nucléaires. Les objectifs techniques spécifiques du programme sont les suivants :

- prévoir la formation des phases solide, liquide et/ou gazeuse au cours de l'interaction chimique entre la gaine et le combustible en conditions normales ou accidentelles ;
- améliorer le contrôle des conditions expérimentales durant la fabrication des matériaux combustibles à haute température, en prévoyant, par exemple, la pression de vapeur des éléments (et plus particulièrement celle du plutonium et des actinides mineurs) ;
- prévoir l'évolution de la composition chimique du combustible sous irradiation en fonction de la température et du taux de combustion.

Les six pays qui participent à ce projet sont : le Canada (LNC, CMRC, UOIT), les États-Unis (DOE), la France (CEA), le Japon (JAEA, CRIEPI), les Pays-Bas (NRG) et la Corée (KAERI).



C. Guéneau, CEA, France

Écart de miscibilité à l'état liquide.

En 2015, les signataires du projet ont reçu une nouvelle version de la base de données TAF-ID, totalisant sept nouveaux systèmes binaires et ternaires relatifs aux produits de fission, au corium et aux combustibles métalliques. Il existe également une autre version de la base, avec uniquement des données sur les combustibles oxydes-carbures ou métalliques déjà publiées dans des revues accessibles à tous. Cette deuxième version, en accès libre et gratuit, est accessible à tous les pays membres de l'AEN, sur demande transmise à l'AEN, et moyennant la signature d'un accord de non-divulgateion.

Banque de données

L'objectif de l'AEN dans ce domaine est de constituer un centre international de référence et de premier plan pour les outils nucléaires de base, tels que codes de calcul et données nucléaires, utilisés pour analyser et prévoir les phénomènes nucléaires ; et d'offrir à ses utilisateurs un service direct comprenant la mise au point, l'amélioration et la validation de ces outils, ainsi que leur fourniture sur demande.

Faits marquants

- Le Groupe d'experts sur l'avenir du programme de la Banque de données de l'AEN a transmis ses recommandations au Comité de gestion de la Banque de données en juin 2015. Le rapport a été avalisé par le Comité de gestion de la Banque de données ainsi que par le Comité des sciences nucléaires, et a été présenté pour examen au Comité de direction de l'AEN.
- Neuf ateliers ou formations sur les codes de calcul les plus courants ont été organisés par les services de programmes de calcul dans le cadre des activités de gestion des connaissances de la Banque de données de l'AEN.
- Les travaux relatifs à deux nouvelles applications, le logiciel de test de la sensibilité des données nucléaires (NDaST) et le cycle d'évaluation des données nucléaires (NDEC), ont démarré en 2015.

Services de programmes de calcul

La collection de la Banque de données contient plus de 2 200 codes de calcul et 350 expériences intégrales couvrant tous les domaines relatifs à la conception des réacteurs, la dynamique, la sûreté, le blindage contre les rayonnements, le comportement des matériaux et la gestion des déchets radioactifs. En 2015, 12 nouveaux (ou nouvelles versions de) codes et 3 expériences intégrales y ont été ajoutés.

En 2015, la Banque de données a distribué plus de 950 codes de calcul et 1 800 expériences intégrales en réponse à des demandes de ses pays participants. En vertu de l'accord de coopération en vigueur entre le Département de l'Énergie des États-Unis et l'AEN, la Banque de données de l'AEN est autorisée à distribuer des licences d'utilisation et des codes de calcul américains à ses pays participants.

À ce jour, 825 établissements de pays participants sont officiellement habilités à utiliser les services de programmes de calcul de la Banque de données de l'AEN. Pour de plus amples informations sur les données fournies par les services de programmes de calcul, consulter le site web de l'AEN à la page www.oecd-nea.org/dbprog/.

Transfert de connaissances

En complément important de ses services de programmes de calcul, la Banque de données organise des ateliers et des sessions de formation à l'utilisation des codes de calcul les plus demandés. En 2015, plus de 100 personnes au total ont participé aux neuf ateliers ou formations qu'elle a proposés sur la physique numérique des rayonnements, la sûreté-criticité et le blindage contre les rayonnements, l'étude du transport des rayonnements à l'aide de codes de Monte Carlo et les analyses de la sensibilité et des incertitudes.

Préservation des informations tirées des expériences intégrales

La Banque de données a constitué plusieurs bases de données à partir des informations tirées d'expériences

intégrales. Ces données sont particulièrement importantes pour la validation et la comparaison des méthodes et codes de calcul utilisés dans les pays participants pour modéliser les systèmes nucléaires. En coopération avec d'autres secteurs de l'AEN, la Banque de données gère et met à jour les bases de données SINBAD (expériences intégrales sur le blindage), IFPE (expériences internationales sur le comportement du combustible), ICSBEP (expériences internationales de criticité), CCVM (matrice de validation des codes du CSNI pour les APRP et les transitoires en réacteur à eau légère) et IRPhE (expériences de physique des réacteurs). Plus de 1 800 copies de ces bases de données ont été distribuées en 2015. Les plus demandées ont été la base SINBAD (distribution de plus de 650 expériences), suivie des bases CCVM et IFPE.

Services de données nucléaires

La Banque de données gère de grosses bases de données nucléaires bibliographiques, expérimentales et évaluées, consultables en ligne par les scientifiques et ingénieurs des pays participants. L'une de ses activités importantes à cet égard est le développement du logiciel JANIS, conçu pour faciliter la visualisation, la comparaison et la manipulation des données nucléaires. En 2015, JANIS 4.0 a été révisé et mis à jour en fonction des retours d'information des utilisateurs. TENDL2014 a été traité dans la base de données JANIS, et une feuille de route a été définie en vue d'une large diffusion lors de la Conférence internationale sur les données nucléaires au service de la science et de la technologie (ND2016).

Pour renforcer son rôle de centre de référence en matière de vérification, de comparaison et de validation des données nucléaires, la Banque de données a lancé une initiative axée sur le développement d'un nouvel outil appelé cycle d'évaluation des données nucléaires (NDEC). L'objectif de cette initiative est, de façon générale, de fournir de meilleurs services de données nucléaires aux pays participants et, de façon plus spécifique, d'alimenter la bibliothèque de

données nucléaires du projet de Fichier conjoint de données évaluées sur la fission et la fusion (JEFF).

La Banque de données continue de contribuer à la compilation des données mesurées sur les réactions induites par des neutrons ou par des particules chargées, avec l'aide de consultants externes et en étroite coopération avec plusieurs centres de données sur les réactions nucléaires du monde entier, et sous les auspices de la Section des données nucléaires de l'AIEA. En 2015, les mises à jour effectuées par la Banque de données dans la base EXFOR (ou en cours d'expertise par d'autres centres de données) ont été au nombre de 85 pour les réactions induites par des neutrons et 116 pour les réactions induites par des particules chargées.

Coopération internationale pour l'évaluation des données nucléaires

La Banque de données collabore étroitement avec le Groupe de travail du NSC sur la coopération internationale pour l'évaluation des données nucléaires (WPEC). Ce groupe de travail a pour mission de promouvoir un cadre international pour la collaboration autour des principaux projets d'évaluation, en concertation étroite avec l'AIEA. L'objectif est d'examiner les progrès réalisés dans le monde en matière de mesure et d'évaluation des données nucléaires, ainsi que l'avancement des actions communes et les futurs défis à relever.

Deux sous-groupes ont pour activité permanente l'amélioration des méthodes d'évaluation du rendement de fission (SG37) et le développement d'une structure plus moderne pour le format des données nucléaires (SG38). Leurs mandats ont été prorogés d'un an afin de leur donner le temps d'achever leurs travaux et de préparer leurs rapports finals. Deux autres sous-groupes ont planché, d'une part, sur de vastes travaux de mise en œuvre de méthodes et de stratégies de retour d'information suite à l'ajustement des données nucléaires et de covariance aux fins d'améliorer les fichiers de données nucléaires (SG39) et, d'autre part, sur le Projet pilote de collaboration internationale pour la constitution de bibliothèques de données évaluées (CIELO) (SG40). Le nouveau sous-groupe chargé d'améliorer la précision des données nucléaires relatives aux sections efficaces de capture de l'²⁴¹Am et du ²³⁷Np (INDA) (SG41) a consacré sa première réunion aux sections efficaces de capture de l'²⁴¹Am. Enfin, la volonté de réexaminer et, le cas échéant, de réviser les données sur la diffusion des neutrons thermiques actuellement stockées dans les bibliothèques sur les sections efficaces a conduit à lancer une nouvelle activité relative à la mesure, l'évaluation et l'application des données sur le noyau de diffusion thermique S(α,β) (SG42). Pour de plus amples informations sur les récents rapports du WPEC, consulter la page www.oecd-nea.org/science/wpec.

Projet de fichier conjoint de données évaluées sur la fission et la fusion

Le fichier conjoint de données évaluées sur la fission et la fusion (JEFF) est un projet de collaboration des pays participant à la Banque de données qui vise à produire des jeux communs de données nucléaires évaluées, principalement pour les applications de fission et de fusion. La dernière version de la bibliothèque générale de données neutroniques, JEFF-3.2, a été publiée en mars 2014. Depuis juin 2015, l'équipe du projet

exécute un nouveau mandat restructuré couvrant la période 2015-2018, dont le principal objectif est l'élaboration de la prochaine version JEFF-3.3.

Deux Semaines des données nucléaires, organisées en avril et en décembre 2015 à l'Institut Curie (Paris), ont été l'occasion d'examiner les progrès récents et de définir les grandes lignes des actions prévues pour relever les défis liés aux données nucléaires du programme de travail pluriannuel de JEFF. Pour de plus amples informations sur le projet JEFF, consulter la page www.oecd-nea.org/jeff.

Base de données thermodynamiques sur les espèces chimiques

Le Comité de la gestion des déchets radioactifs de l'AEN a lancé le Projet de base de données thermodynamiques sur les espèces chimiques (TDB) en 1984 afin de mettre au point la base de données de haute qualité nécessaire aux modélisations effectuées dans le cadre des analyses de sûreté des stockages de déchets radioactifs. La cinquième phase du projet a démarré en avril 2014 et se poursuivra jusqu'en avril 2018. Quinze organisations originaires de 12 pays participent à ce projet et le financent de manière indépendante par des contributions budgétaires ou en nature.

Le projet TDB a produit 13 volumes de données thermodynamiques dont la qualité est attestée et qui sont internationalement reconnues. Les travaux en cours visent à achever quatre examens – propriétés du fer (deuxième volume), propriétés du molybdène, données auxiliaires et deuxième mise à jour des volumes sur l'uranium, l'américium, le neptunium, le plutonium et le technétium – et deux rapports présentant l'état des connaissances sur la thermodynamique des phases cimentaires et sur les systèmes à force ionique élevée. L'actualisation de la base électronique de TDB est également en chantier.

Services informatiques internes

La Banque de données assure les services informatiques internes de l'AEN, y compris la gestion des serveurs internet et de données en réseau haut débit. Les services informatiques développent également des outils et logiciels en lien avec JANIS, DICE, IDAT, ISOE et SFCOMPO, et gèrent des plateformes de collaboration pour le Programme multinational d'évaluation des conceptions (MDEP), le Forum international génération IV (GIF) et le Projet de base de données thermodynamiques sur les espèces chimiques (TDB). De plus, les travaux de développement de deux nouvelles applications, le logiciel de test de la sensibilité des données nucléaires (NDaST) et le cycle d'évaluation des données nucléaires (NDEC), ont démarré en 2015 et se poursuivront en 2016.

Au cours du second semestre de 2015, l'équipe informatique a consacré une partie considérable de son temps au déménagement du centre de données de l'AEN dans les nouveaux locaux de Boulogne.



Contact :
Kiyoshi Matsumoto
Chef, Banque de données
+33 (0)1 45 24 10 80
kiyoshi.matsumoto@oecd.org

Droit nucléaire

L'objectif de l'AEN dans ce domaine est de contribuer à la création de régimes juridiques nationaux et internationaux solides pour l'exploitation de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques, y compris le commerce international de matières et d'équipements nucléaires ; d'analyser les questions de la responsabilité et de l'indemnisation des dommages nucléaires ; et de constituer un centre d'information et d'enseignement sur le droit nucléaire. Le Bureau des affaires juridiques collabore étroitement dans ce domaine avec le Comité du droit nucléaire (NLC).

Faits marquants

- La session inaugurale du 9^e mandat du Tribunal européen pour l'énergie nucléaire s'est tenue en juillet sous les auspices de l'AEN. Composé de sept juges indépendants nommés pour cinq ans sur décision du Conseil de l'OCDE, ce tribunal a compétence pour connaître des différends qui pourraient survenir entre des États parties à la Convention de Paris ou à la Convention complémentaire de Bruxelles concernant l'interprétation ou l'application de ces conventions.
- Les signataires des Protocoles de 2004 portant modification de la Convention de Paris et de la Convention complémentaire de Bruxelles continuent à avancer vers la ratification de ces protocoles et leur transposition en droit national.
- Le NLC a élargi ses activités pour y inclure des échanges sur les aspects juridiques de la sûreté nucléaire. Il continue par ailleurs d'étudier les questions de la protection de l'environnement et de la participation du public, et bien sûr la question centrale de la responsabilité civile nucléaire, en collaboration avec d'autres comités techniques permanents comme le RWMC et le CRPPH sur certains points.
- Les deux derniers numéros du Bulletin de droit nucléaire (BDN) qui ont été publiés contiennent des articles sur l'entrée en vigueur de la Convention sur la réparation complémentaire des dommages nucléaires, la déclaration de Vienne sur la sûreté nucléaire, et l'évolution des réformes en matière de réglementation nucléaire.
- La 15^e session de l'École internationale de droit nucléaire (EIDN) s'est tenue de fin août à début septembre en coopération avec l'Université de Montpellier.
- Plusieurs rapports nationaux, consultables en ligne, sur les cadres réglementaires et institutionnels régissant les activités nucléaires dans différents pays membres de l'AEN et de l'OCDE ont été mis à jour en coopération avec les délégations nationales correspondantes.

Développement et harmonisation du droit nucléaire

Les pays membres attachent toujours la plus grande importance à la mise en œuvre d'un régime de responsabilité civile nucléaire garantissant une réparation suffisante et équitable des dommages causés par un accident nucléaire. Les États parties à la Convention de Paris sur la responsabilité civile dans le domaine de l'énergie nucléaire (la Convention de Paris) et à la Convention de Bruxelles complémentaire à la Convention de Paris (Convention complémentaire de Bruxelles) ont travaillé à transposer les Protocoles de 2004 portant modification de ces conventions. Ce processus a pris du retard dans quelques pays, notamment parce que le secteur assurantiel privé y est dans l'impossibilité de couvrir intégralement les nouveaux risques que les exploitants nucléaires sont tenus d'assumer aux termes des conventions révisées.

À la session du NLC de juin 2015, plusieurs pays membres (dont les États-Unis, le Japon et la République slovaque) et cinq pays invités (Argentine, Émirats arabes unis, Inde, Roumanie et Viet Nam) ont présenté les dernières évolutions en matière de droit nucléaire sur leur territoire. L'AIEA et la CE ont fait le point des questions dont elles s'occupent qui présentent un intérêt pour le NLC. Enfin, plusieurs questions relatives à

l'interprétation et à l'application de la Convention de Paris ont été examinées, notamment la proposition d'exclure du champ de la Convention les installations de stockage de déchets radioactifs de faible activité. Cette exclusion a pour but d'éviter la mise en place d'obligations disproportionnées pour les exploitants au regard des risques réels posés par les installations entrant dans ces catégories.

Le NLC a poursuivi son examen des répercussions juridiques de l'accident de Fukushima Daiichi et organisé des sessions sur les enjeux du démantèlement et sur la responsabilité civile nucléaire dans le domaine des transports. Il a également évalué la proposition d'inclure à son programme les aspects juridiques de la sûreté nucléaire, notamment le cadre régissant la procédure d'autorisation de prolongation de la durée de vie des centrales et le cadre juridique permettant de saisir la justice pour contester une décision d'autorisation. Enfin, le NLC continue de suivre la mise en œuvre des conventions d'Aarhus et d'Espoo en ce qui concerne les activités nucléaires. Un représentant de la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe (CEE-ONU) a fait le point de l'application de la Convention d'Espoo aux activités liées à l'énergie nucléaire et de l'initiative des États parties à cette Convention d'élaborer des recommandations axées sur les bonnes pratiques



La session 2015 de l'INLE a été suivie par 57 participants de 30 pays.

pour faciliter l'application de la Convention aux activités liées à l'énergie nucléaire.

Par ailleurs, l'AEN a continué de contribuer aux travaux du Groupe international d'experts en responsabilité civile nucléaire (INLEX) mis en place par l'AIEA, de l'Association internationale de droit nucléaire et de la World Nuclear Association.

Publications relatives au droit nucléaire

Le *Bulletin de droit nucléaire* (BDN) est une publication internationale unique en son genre, destinée aux juristes et aux universitaires spécialistes du droit nucléaire, qui fournit des informations détaillées sur l'évolution du droit nucléaire. Des articles thématiques rédigés par des juristes de renom font état de l'évolution des différentes législations en vigueur dans le monde et de la jurisprudence en la matière, des accords bilatéraux et internationaux, ainsi que des activités des organisations intergouvernementales. Les numéros 95 et 96 du BDN ont été publiés en anglais en 2015 et contiennent des articles sur des sujets tels que l'entrée en vigueur de la Convention sur la réparation complémentaire des dommages nucléaires, la déclaration de Vienne sur la sûreté nucléaire, et l'évolution des réformes en matière de réglementation nucléaire. Depuis 2014, l'ensemble des numéros publiés sont consultables gratuitement en ligne à la page www.oecd-nea.org/law/nlbf/index.html.

Le site web de l'AEN propose également des descriptifs de la réglementation générale et du cadre institutionnel des activités nucléaires de chaque pays membre (consultables à la page www.oecd-nea.org/law/legislation/fr/), ainsi qu'une liste des dernières évolutions législatives dans les pays de l'AEN, qui recense les nouveautés dans le domaine du droit nucléaire (consultable à la page www.oecd-nea.org/law/legislation/updatesfr.html/). L'AEN poursuit ses efforts concertés de mise à jour des informations sur les différentes législations nationales et tient à remercier les pays membres de l'AEN et de l'OCDE de leur soutien. Les mises à jour parues en 2015 ont porté sur le Danemark, la Grèce, la Pologne, la République tchèque et la Slovénie. Le Bureau des affaires juridiques prépare activement six autres mises à jour avec les pays concernés.

Programmes de formation en droit nucléaire

Le programme intitulé « Notions fondamentales du droit nucléaire international » (INLE) est une formation intensive d'une semaine consacrée au cadre international du droit nucléaire ainsi qu'aux grandes questions ayant un impact sur les utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire. Sa quatrième session s'est tenue du 16 au 20 mars 2015 au Centre de conférences de l'OCDE, à Paris (France), en présence d'un groupe très divers de professionnels originaires de 16 pays et quatre continents. La série de conférences assurées par 23 orateurs, dont le Directeur général de l'AEN M. William D. Magwood, IV, et le Président de la Nuclear Regulatory Commission des États-Unis M. Stephen G. Burns, a abordé les thèmes de la sûreté nucléaire, de la sécurité nucléaire, de la non-prolifération et de la responsabilité civile nucléaire. De plus amples informations sont consultables à la page www.oecd-nea.org/law/isnl/index-fr.html.

La 15^e session de l'École internationale de droit nucléaire (EIDN), un programme de formation unique organisé par l'AEN et l'université de Montpellier, s'est tenue du 24 août au 4 septembre 2015. Au fil de ses 15 sessions, l'EIDN a dispensé une formation de haute qualité à plus de 750 participants venus du monde entier. La dernière en date a attiré 57 participants issus de 30 pays, dont certains étaient parrainés par l'AIEA. Ce programme rassemble les principaux experts en matière de sûreté, de sécurité, de responsabilité civile, de non-prolifération et de garanties nucléaires et propose une étude approfondie des aspects juridiques de l'utilisation et de la surveillance de l'énergie nucléaire. Les participants à l'EIDN peuvent se porter candidats à un diplôme universitaire en droit nucléaire international reconnu par l'université de Montpellier. De plus amples informations sont consultables à la page www.oecd-nea.org/law/isnl/index-fr.html.



Contact :
Ximena Vásquez-Maignan
 Chef, Bureau des affaires juridiques
 +33 (0)1 45 24 10 30
ximena.vasquez@oecd.org

Informations générales

Information et communication

L'objectif de l'AEN dans ce domaine est de fournir aux gouvernements des pays membres et à d'autres parties prenantes importantes des informations tirées des activités de l'AEN, et de faire mieux connaître et mieux comprendre les dimensions scientifiques, techniques, économiques et juridiques des activités nucléaires, tout en rehaussant la notoriété de l'AEN.

Faits marquants

- En 2015, l'AEN a publié 24 ouvrages et 46 rapports techniques. Globalement, la diffusion et les téléchargements se sont maintenus à des niveaux très importants.
- Toujours en 2015, l'AEN a publié 17 dépêches et communiqués de presse, concernant notamment l'atelier sur les défis et les améliorations de la culture de sûreté des autorités réglementaires, la prolongation de l'accord-cadre du Forum international génération IV (GIF), la visite du vice-ministre parlementaire Mamoru Fukuyama et les nominations de hauts responsables à l'AEN.
- Tout au long de l'année, l'AEN a de plus en plus utilisé ses plateformes de réseau en ligne et des outils multimédias, tels que les vidéos et les conférences en ligne, pour faire connaître ses publications récentes, les dernières nouvelles et les événements.
- L'AEN a participé à la 21^e Conférence des Parties (COP21) à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC). En coopération avec l'AIEA, elle a également organisé deux manifestations parallèles autour des raisons pour lesquelles « le climat a besoin de l'énergie nucléaire », les 10 et 11 décembre 2015.

L'AEN est une agence intergouvernementale qui se consacre à l'étude des dimensions scientifiques, techniques et économiques de l'énergie nucléaire. Elle s'efforce de transmettre dans les meilleurs délais une information factuelle de haute qualité à ses pays membres ainsi qu'aux autres parties intéressées qui souhaitent en savoir plus sur les multiples aspects des activités nucléaires ainsi que sur les résultats de ses travaux.

Relations avec les médias

En 2015, les relations avec les médias ont couvert de nombreux sujets et questions ayant trait au développement et à l'utilisation de l'énergie nucléaire. L'AEN a publié 17 dépêches et communiqués de presse informant les médias, par exemple, de la présence de l'AEN à la COP21, des nominations de hauts responsables à l'AEN, de la visite de l'AEN au Centre national d'assistance technique en cas d'urgence nucléaire de l'Autorité chinoise de l'énergie atomique (CAEA), de l'atelier de l'AEN sur les défis et les améliorations de la culture de sûreté des autorités réglementaires, de la visite du vice-ministre parlementaire Mamoru Fukuyama, du débat de politique générale du Comité de direction sur les effets sanitaires de faibles doses de rayonnements et de la prolongation de l'accord-cadre du GIF. Ces dépêches et communiqués de presse sont consultables en ligne dans la section News du site de l'AEN à l'adresse www.oecd-nea.org/news.



LAEN à la COP21.

Au cours de l'année, le Directeur général et des membres de la direction de l'AEN ont participé à de nombreuses interviews, à la demande de magazines spécialisés et d'organes de presse internationaux comme *POWER* magazine (« William D. Magwood, IV on Nuclear Power's Present and Future »), *The Eurosafe Tribune* (« International cooperation: the whys and hows »), *Reuters*, *World Nuclear News* et *Scientific American*. L'Agence a également déployé des efforts importants pour assurer une coordination et une communication internes et externes efficaces, y compris avec l'OCDE, l'Agence internationale de l'énergie (AIE) et l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA).

Publications

En 2015, l'AEN a publié 24 ouvrages, tous mis gratuitement en ligne sur son site web, conformément à sa politique d'édition. La liste de ces publications peut être consultée à la page 80. Au total, 46 rapports techniques de l'AEN ont également été diffusés dans la série « R » des documents déclassifiés : ils sont directement téléchargeables depuis les pages web relatives aux différents domaines d'activité de l'AEN.

Les rapports les plus consultés sur le site web en 2015 sont notamment *Nuclear Site Remediation and Restoration during Decommissioning of Nuclear Installations: A Report by the NEA Co-operative Programme on Decommissioning* (16 623 téléchargements), *Uranium 2014: Resources, Production and Demand* (15 068 téléchargements), *Review of Integral Experiments for Minor Actinide Management* (12 444 téléchargements) et *NEA News 2014, Volume 32.1/32.2* (12 101 téléchargements).

NEA News, la revue spécialisée de l'Agence, tient les correspondants de l'AEN et les autres professionnels intéressés informés des principaux résultats et progrès du programme de travail de l'Agence. Cette revue propose des articles de fond sur les dernières avancées dans le domaine de l'énergie nucléaire, des points de l'avancement des travaux de l'Agence, des nouvelles brèves et des informations sur les publications et les événements à venir.

En 2015, *NEA News* a traité des sujets tels que la construction de centrales nucléaires, les montants de responsabilité civile en augmentation pour les installations nucléaires, la production de gaz dans les stockages géologiques, l'étude comparative de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi (projet BSAF), le projet de base de données thermodynamiques sur les espèces chimiques (TBD), la protection de l'environnement dans le contexte de l'extraction de l'uranium et les raisons pour lesquelles le climat a besoin de l'énergie nucléaire. Les numéros de *NEA News* sont téléchargeables gratuitement sur le site web de l'Agence à l'adresse www.oecd-nea.org/nea-news/index-fr.html.

Communication en ligne

La présence en ligne de l'AEN et son utilisation des nouvelles technologies constituent un pilier central de sa communication autour de ses travaux et réalisations. En 2015, le trafic enregistré sur son site web est resté stable, avec plus de 5 000 visiteurs par jour en moyenne, soit 1.9 millions de visites sur l'ensemble de l'année. Les sections du site qui ont totalisé le plus grand nombre de pages vues ont été, par ordre décroissant d'importance : le bulletin mensuel d'informations *NEA Monthly News Bulletin*, la section News, la section Publications et le système JANIS de visualisation au format Java des données nucléaires, géré par la Banque de données.

Les plateformes de réseau en ligne ont contribué à renforcer la communication des activités de l'AEN, qui entretient une présence régulière sur Facebook et LinkedIn, et peut être suivie sur Twitter @OECD_NEA.

En 2015, la fréquence des billets et l'engagement de l'Agence ont augmenté sur ces trois plateformes. L'Agence a continué de gagner en visibilité sur les réseaux sociaux, avec un nombre d'abonnés en progression de 60,8 % sur LinkedIn, 38 % sur Twitter et 33 % sur Facebook. Elle a également commencé à intégrer la vidéo dans sa stratégie de communication numérique et a réactivé son profil sur YouTube. Ces réseaux ont permis à l'Agence d'accroître la visibilité de ses résultats, de ses publications et de ses événements.

Les conférences en ligne ont également fait partie intégrante du travail de communication de l'AEN sur internet en 2015. Ainsi, l'AEN et l'AIE ont organisé deux conférences en ligne pour diffuser les résultats des dernières éditions de la *Technology Roadmap: Nuclear Energy and Projected Costs of Generating Electricity*. Par ailleurs, l'AEN a accueilli l'Atelier sur les défis et les améliorations de la culture de sûreté des autorités réglementaires, qui a été retransmis en direct sur son site web.

Le nombre d'abonnés au bulletin mensuel d'information, qui avoisine les 20 000, reste stable. Distribué gratuitement, ce bulletin fait chaque mois le point des travaux, activités et rapports nouvellement parus de l'Agence. Il est possible de soumettre une demande d'abonnement à l'adresse www.oecd-nea.org/bulletin/ et de consulter les numéros actuels ou anciens à l'adresse www.oecd-nea.org/general/mnb/.

Les délégués de l'AEN continuent de se servir de plus en plus souvent des services en ligne. La plupart des comités de l'AEN et de leurs groupes de travail font largement appel à ces outils de communication : pages extranet protégées par mot de passe, listes électroniques de discussion ou espaces en ligne de travail en collaboration. Le Portail des délégués (*Delegates' Area*) continue également de leur être très utile. Cette section du site web met à la disposition des utilisateurs autorisés les documents officiels de l'Agence, des informations sur les comités et groupes d'experts de l'AEN ainsi que leurs mandats et leurs coordonnées, des informations sur la coordination des comités techniques permanents, ainsi que les exposés et documents de réflexion préparés pour le Comité de direction et ses débats de politique générale.

Relations publiques et visibilité de l'AEN sur la scène internationale

En 2015, l'AEN a coparrainé plusieurs événements internationaux, notamment :

- Une formation au droit nucléaire (*Winter Certificate Course on Nuclear Law*) organisée par l'Association indienne de droit nucléaire, du 12 au 16 janvier, à New Delhi (Inde) ;
- La réunion d'experts internationaux sur le renforcement de l'efficacité de la recherche et développement à la lumière de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi (IEM8), du 16 au 20 février, à Vienne (Autriche) ;
- La Conférence internationale commune sur les mathématiques et le calcul, le calcul intensif dans

les applications nucléaires et la méthode de Monte-Carlo, du 19 au 23 avril, à Nashville, Tennessee (États-Unis) ;

- Le Congrès international 2015 sur l'innovation dans les centrales nucléaires (ICAPP), du 3 au 6 mai, à Nice (France) ;
- Le Congrès international 2015 sur l'innovation au niveau des cycles et des systèmes du combustible nucléaire (GLOBAL), du 20 au 24 septembre, à Paris (France) ;
- Le quatrième atelier international sur l'évaluation des données nucléaires pour les réacteurs (WONDER 2015), du 5 au 8 octobre, à Aix-en-Provence (France) ;
- La Conférence internationale sur la préparation et la conduite des interventions d'urgence à l'échelle mondiale, du 19 au 23 octobre, à Vienne (Autriche) ;
- L'atelier 2015 sur l'échantillonnage et la caractérisation – du prélèvement à l'analyse, du 17 au 19 novembre, à Montpellier (France).

L'AEN a officiellement lancé sa nouvelle brochure sur l'énergie nucléaire et la lutte contre le changement climatique (*Nuclear Energy: Combating Climate Change*) à l'occasion de la COP21. En coopération avec l'AIEA, elle a également organisé deux manifestations parallèles autour des raisons pour lesquelles « le climat a besoin de l'énergie nucléaire », les 10 et 11 décembre 2015. Ces manifestations ont été l'occasion non seulement d'une collaboration constructive entre l'AEN, l'OCDE et l'AIEA mais aussi d'un échange fructueux avec un public à la fois intéressé et réceptif. Les représentants de l'AEN ont été présents tout au long de la Conférence au pavillon de l'OCDE et dans la galerie d'exposition.

Le 6 novembre 2015, le Directeur général de l'AEN, M. William D. Magwood, IV a fait une allocution à l'occasion du Sommet de la Maison Blanche sur l'énergie nucléaire, dans laquelle il a souligné le rôle de l'énergie nucléaire dans la lutte contre le changement climatique. Il a également transmis des messages clés à la 16^e réunion ministérielle du Forum pour la coopération nucléaire en Asie (FNCA), le 8 décembre 2015 à Tokyo (Japon) ; au Forum 2015 de la Jeune génération européenne du nucléaire (ENYGF), le 24 juin 2015 à Paris (France) ; et à la 48^e Conférence annuelle du Forum des industriels japonais de l'énergie atomique (JAIF), le 13 avril 2015 à Tokyo (Japon).

L'AEN a par ailleurs été représentée à la 62^e conférence de la Nuclear Energy Assembly, à la Conférence sur l'autorisation des nouvelles centrales nucléaires de la World Nuclear Association (WNA), à la 30^e Conférence annuelle de la Korea Atomic Power (KAP), au Congrès international sur l'innovation dans les centrales nucléaires (ICAPP 2015), à la Conférence annuelle de la Société nucléaire canadienne (SNC), à la Conférence Platts sur le nucléaire européen, au Symposium 2015 de la WNA et au Congrès GLOBAL 2015 intitulé « Nuclear Fuel Cycle for a Low-Carbon Future ».



Contact :
Cynthia Gannon-Picot
Chef de Cabinet et
Chef, Secrétariat central, relations
extérieures et relations publiques
+33 (0)1 45 24 10 10
cynthia.gannon-picot@oecd.org

Organisation de l'AEN

L'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) est une institution semi-autonome de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). Les pays membres de l'OCDE qui souhaitent participer aux activités de l'Agence doivent en faire la demande officielle. Sur 34 pays membres de l'OCDE, 31 étaient également membres de l'AEN en 2015 :

Allemagne	États-Unis	Japon	République tchèque
Australie	Finlande	Luxembourg	Royaume-Uni
Autriche	France	Mexique	Russie
Belgique	Grèce	Norvège	Slovénie
Canada	Hongrie	Pays-Bas	Suède
Corée	Irlande	Pologne	Suisse
Danemark	Islande	Portugal	Turquie
Espagne	Italie	République slovaque	

L'AEN est dirigée par le **Comité de direction de l'énergie nucléaire**, constitué principalement de représentants à haut niveau des autorités nationales chargées de l'énergie nucléaire et des ministères compétents. Le Comité de direction supervise et oriente les travaux de l'Agence pour s'assurer qu'ils répondent aux besoins des pays membres, notamment au moment d'établir le programme biennal de travail et du budget. Le Comité de direction approuve le mandat des sept comités techniques permanents.

En 2015, les membres du Bureau du Comité de direction de l'énergie nucléaire étaient :

- Mme Marie-Élise HOEDEMAKERS (Pays-Bas), Présidente
- M. Kwang-Yong JEE (Corée), Vice-président
- M. Frédéric JOURNÈS (France), Vice-président
- M. Richard STRATFORD (États-Unis), Vice-président
- M. Hiroshi YAMAGATA (Japon), Vice-président
- Mme Marta ŽIAKOVÁ (République slovaque), Vice-présidente

Les **comités techniques permanents** sont principalement composés de spécialistes et de techniciens des pays membres. Ces comités font l'originalité et la force de l'AEN, car ils lui confèrent toute la souplesse nécessaire pour s'adapter à de nouvelles thématiques et parvenir rapidement au consensus. Leurs grands domaines d'activité sont indiqués sur l'organigramme ci-après.

Le **Secrétariat de l'AEN** est au service du Comité de direction de l'énergie nucléaire et des sept comités techniques permanents de l'Agence. En 2015, il était composé de 109 agents professionnels et de soutien originaires de 17 pays. Le personnel professionnel comprend souvent des spécialistes des administrations et des établissements de recherche nationaux qui font profiter l'Agence de leur expérience pendant deux à cinq ans en moyenne.

La participation de pays non membres aux travaux de l'Agence est une pratique courante. Des experts de certains **pays partenaires**, dont la Chine et l'Inde, sont invités à prendre part aux activités de l'AEN de manière ciblée.

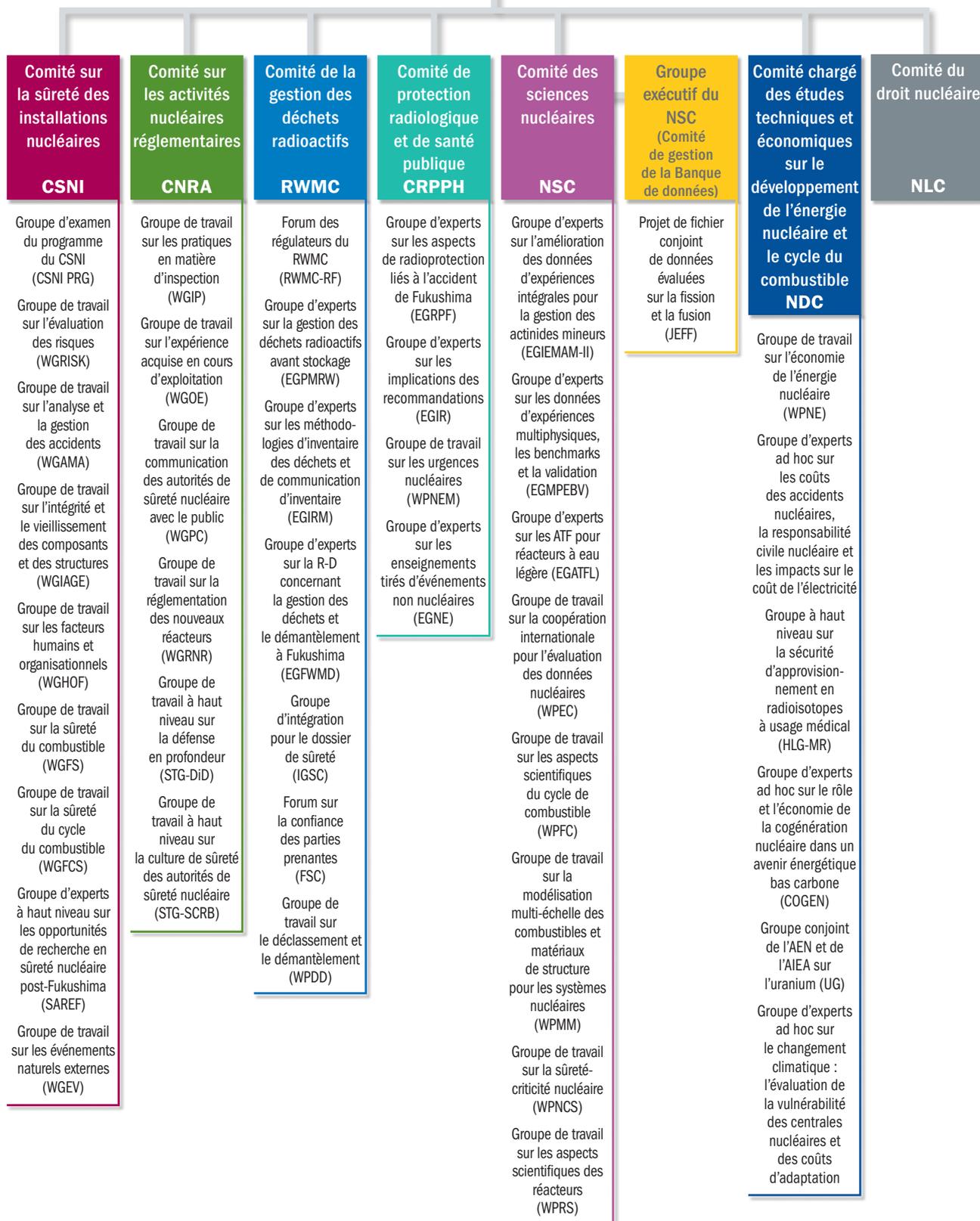


Siège de l'OCDE.

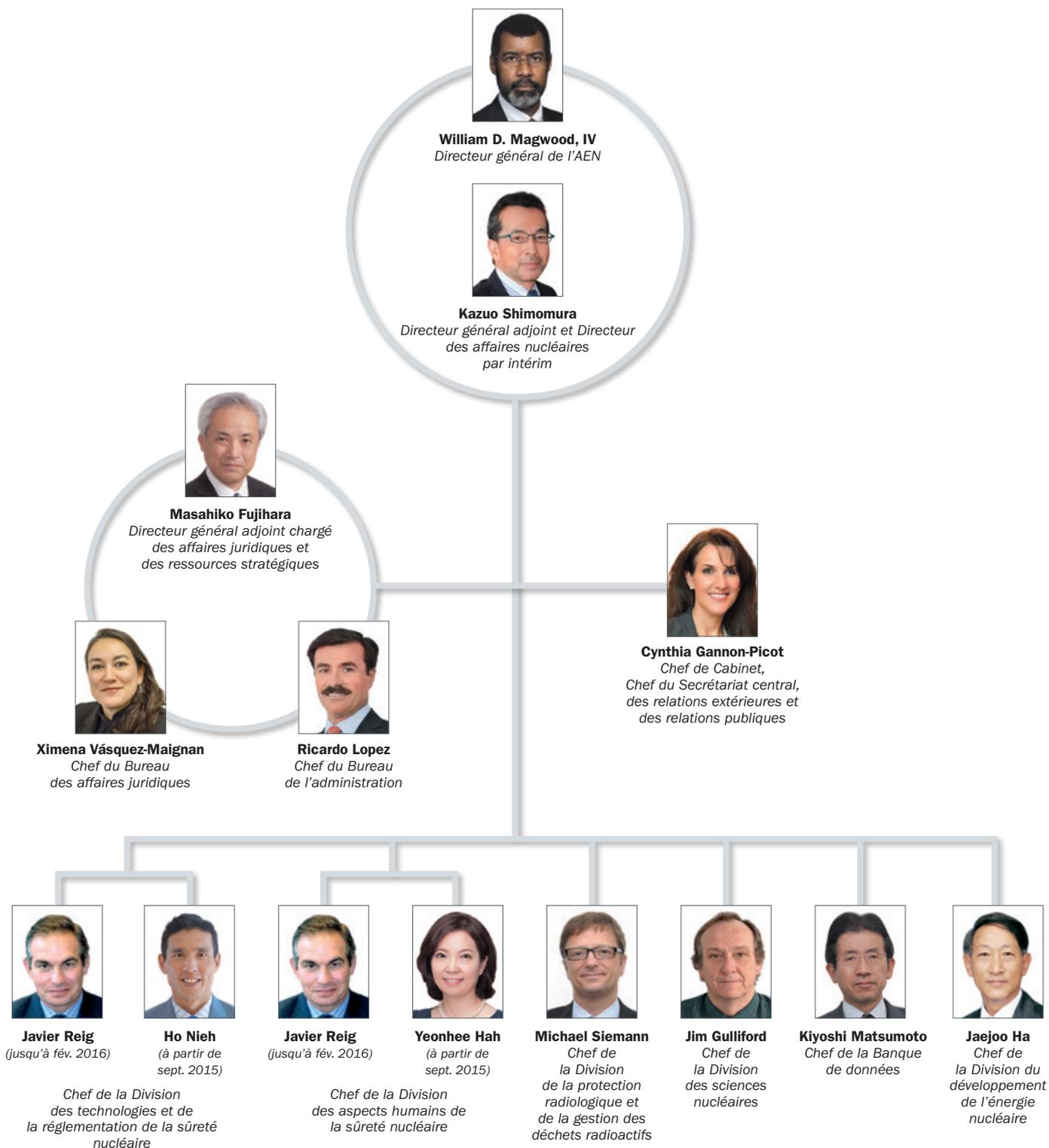


Comités de l'AEN en 2015

Comité de direction de l'énergie nucléaire



Structure de management de l'AEN en 2015



Publications et brochures de l'AEN parues en 2015

Toutes les publications de l'AEN sont disponibles gratuitement sur le site Internet.



► Intérêt général

AEN Infos, No. 32.1-32.2

AEN n° 7240. 40 pages.

NEA News, No. 33.1

NEA No. 7241. 28 pages.

NEA News, No. 33.2

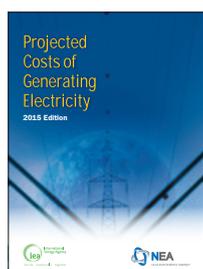
NEA No. 7243. 40 pages.

Rapport Annuel 2014

AEN n° 7239. 64 pages

Annual Report 2014

NEA No. 7238. 60 pages.



► Développement de l'énergie nucléaire et le cycle du combustible

Données sur l'énergie nucléaire 2015/Nuclear Energy Data 2015

NEA No. 7246. 106 pages.

Nuclear New Build: Insights into Financing and Project Management

NEA No. 7195. 244 pages.

Projected Costs of Generating Electricity – 2015 Edition

(Publication conjointe avec l'AIE)

NEA No. 7057. 212 pages.

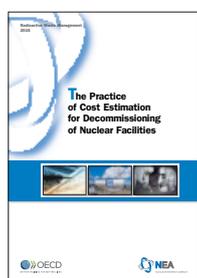
Publication intégrale en vente (les délégués de l'AEN peuvent contacter l'AEN).

Technology Roadmap: Nuclear Energy – 2015 Edition

(Publication conjointe avec l'AIE)

NEA No. 7257. 64 pages.

Également disponible en chinois.



► Gestion des déchets radioactifs

Fostering a Durable Relationship Between a Waste Management Facility and its Host Community: Adding Value Through Design and Process – 2015 Edition

NEA No. 7264. 66 pages.

Radioactive Waste Management and Constructing Memory for Future Generations

Proceedings of the International Conference and Debate, 15-17 September 2015, Verdun, France

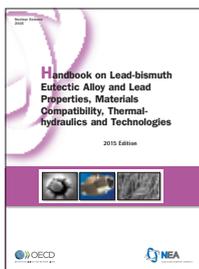
NEA No. 7259. 177 pages.

Stakeholder Involvement in Decision Making: A Short Guide to Issues, Approaches and Resources

NEA No. 7189. 62 pages.

The Practice of Cost Estimation for Decommissioning of Nuclear Facilities

NEA No. 7237. 88 pages.



► Sciences nucléaires et Banque de données

Handbook on Lead-bismuth Eutectic Alloy and Lead Properties, Materials Compatibility, Thermal-hydraulics and Technologies

NEA No. 7268. 954 pages.

International Handbook of Evaluated Criticality Safety Benchmark Experiments

NEA No. 7281. DVD.

International Handbook of Evaluated Reactor Physics Benchmark Experiments

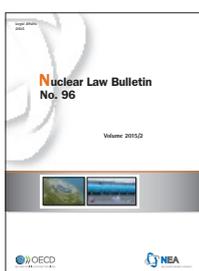
NEA No. 7258. DVD.

Introduction of Thorium in the Nuclear Fuel Cycle: Short- to long-term considerations

NEA No. 7224. 136 pages.

Review of Integral Experiments for Minor Actinide Management

NEA No. 7222. 137 pages.



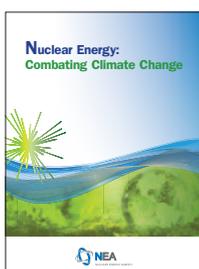
► Affaires juridiques

Nuclear Law Bulletin No. 95

NEA No. 7252. 157 pages.

Nuclear Law Bulletin No. 96

NEA No. 7254. 116 pages.



► Également disponibles

How can stakeholder involvement be improved? (dépliant FSC)

NEA No. 7262. 4 pages.

L'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (brochure)

8 pages.

The OECD Nuclear Energy Agency (brochure)

8 pages.

Également disponible en chinois.

Nuclear Energy: Combating Climate Change (brochure)

NEA No. 7208. 19 pages

Nuclear New Build: Insights into Financing and Project Management – Executive Summary

NEA No. 7196. 8 pages.

Perspectives on the Use of Thorium in the Nuclear Fuel Cycle – Extended Summary

NEA No. 7228. 20 pages.

Projected Costs of Generating Electricity – Executive Summary

NEA No. 7279. 8 pages.



► Publications des forums coordonnés par le Secrétariat

Generation IV International Forum (GIF) Annual Report 2014

124 pages.

Multinational Design Evaluation Programme Annual Report: April 2014-April 2015

56 pages.

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

L'OCDE est un forum unique en son genre où les gouvernements de 34 démocraties œuvrent ensemble pour relever les défis économiques, sociaux et environnementaux que pose la mondialisation. L'OCDE est aussi à l'avant-garde des efforts entrepris pour comprendre les évolutions du monde actuel et les préoccupations qu'elles font naître. Elle aide les gouvernements à faire face à des situations nouvelles en examinant des thèmes tels que le gouvernement d'entreprise, l'économie de l'information et les défis posés par le vieillissement de la population. L'Organisation offre aux gouvernements un cadre leur permettant de comparer leurs expériences en matière de politiques, de chercher des réponses à des problèmes communs, d'identifier les bonnes pratiques et de travailler à la coordination des politiques nationales et internationales.

Les pays membres de l'OCDE sont : l'Allemagne, l'Australie, l'Autriche, la Belgique, le Canada, le Chili, la Corée, le Danemark, l'Espagne, l'Estonie, les États-Unis, la Finlande, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Irlande, l'Islande, l'Israël, l'Italie, le Japon, le Luxembourg, le Mexique, la Norvège, la Nouvelle-Zélande, les Pays-Bas, la Pologne, le Portugal, la République slovaque, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Slovénie, la Suède, la Suisse et la Turquie. La Commission européenne participe aux travaux de l'OCDE.

Les Éditions OCDE assurent une large diffusion aux travaux de l'Organisation. Ces derniers comprennent les résultats de l'activité de collecte de statistiques, les travaux de recherche menés sur des questions économiques, sociales et environnementales, ainsi que les conventions, les principes directeurs et les modèles développés par les pays membres.

L'AGENCE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

L'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN) a été créée le 1^{er} février 1958. Elle réunit actuellement 31 pays : l'Allemagne, l'Australie, l'Autriche, la Belgique, le Canada, la Corée, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la Finlande, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Japon, le Luxembourg, le Mexique, la Norvège, les Pays-Bas, la Pologne, le Portugal, la République slovaque, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Russie, la Slovénie, la Suède, la Suisse et la Turquie. La Commission européenne participe également à ses travaux.

La mission de l'AEN est :

- d'aider ses pays membres à maintenir et à approfondir, par l'intermédiaire de la coopération internationale, 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 ;
- de fournir des évaluations faisant autorité et de dégager des convergences de vues sur des questions importantes qui serviront aux gouvernements à définir leur politique nucléaire, et contribueront aux analyses plus générales des politiques réalisées par l'OCDE concernant des aspects tels que l'énergie et le développement durable.

Les domaines de compétence de l'AEN comprennent la sûreté nucléaire et le régime des autorisations, 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 et l'information du public. La Banque de données de l'AEN procure aux pays participants des services scientifiques concernant les données nucléaires et les programmes de calcul.

Pour ces activités, ainsi que pour d'autres travaux connexes, l'AEN collabore étroitement avec l'Agence internationale de l'énergie atomique à Vienne, avec laquelle un Accord de coopération est en vigueur, ainsi qu'avec d'autres organisations internationales opérant dans le domaine de l'énergie nucléaire.

Publié en anglais sous le titre :

NEA – ANNUAL REPORT – 2015

Ce document et toute carte qu'il peut comprendre sont sans préjudice du statut de tout territoire, de la souveraineté s'exerçant sur ce dernier, du tracé des frontières et limites internationales, et du nom de tout territoire, ville ou région..

Les corrigenda des publications de l'OCDE sont disponibles sur : www.oecd.org/editions/corrigenda.

© OCDE 2016

Vous êtes autorisés à copier, télécharger ou imprimer du contenu OCDE pour votre utilisation personnelle. Vous pouvez inclure des extraits des publications, des bases de données et produits multimédia de l'OCDE dans vos documents, présentations, blogs, sites Internet et matériel d'enseignement, sous réserve de faire mention de la source OCDE et du copyright. Les demandes pour usage public ou commercial ou de traduction devront être adressées à rights@oecd.org. Les demandes d'autorisation de photocopier une partie de ce contenu à des fins publiques ou commerciales peuvent être obtenues auprès du Copyright Clearance Center (CCC) info@copyright.com ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) contact@cfcopies.com.

Les Éditions de l'OCDE/AEN, 2 rue André-Pascal, 75775 Paris Cedex 16
AEN n° 7294

Pays membres de l'AEN

(au 1^{er} janvier 2016)



Allemagne



Australie



Autriche



Belgique



Canada



Corée



Danemark



Espagne



États-Unis



Finlande



France



Grèce



Hongrie



Irlande



Islande



Italie



Japon



Luxembourg



Mexique



Norvège



Pays-Bas



Pologne



Portugal



République
slovaque



République
tchèque



Royaume-Uni



Russie



Slovénie



Suède



Suisse



Turquie

Agence pour l'énergie nucléaire (AEN)

46, quai Alphonse Le Gallo

92100 Boulogne-Billancourt, France

Tél. : +33 (0)1 45 24 10 15

nea@oecd-nea.org www.oecd-nea.org

AEN n° 7294