

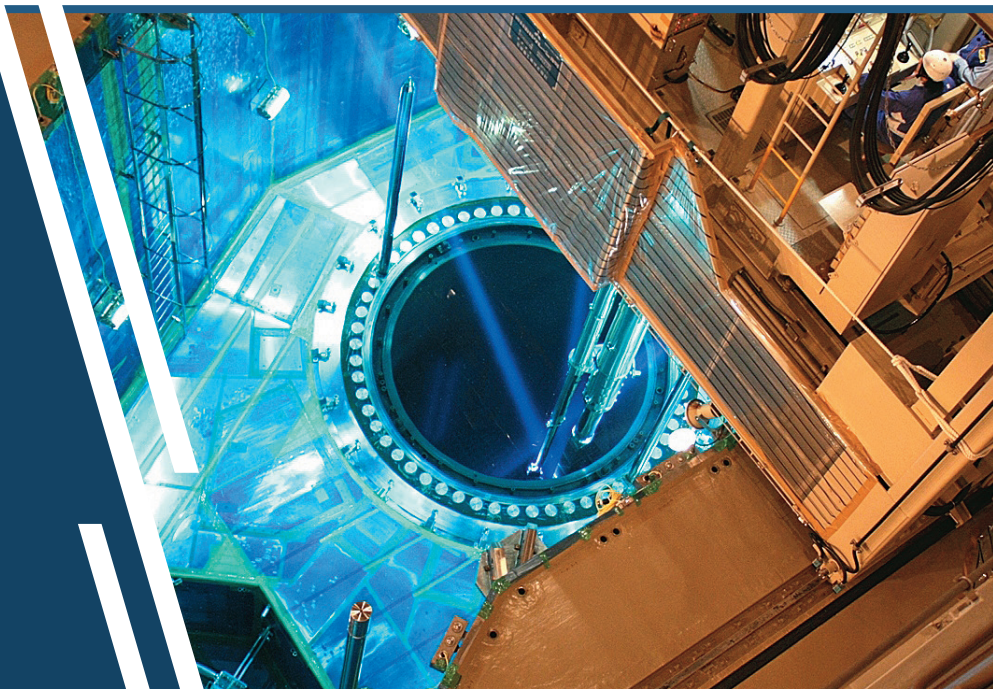
2018 AEN

Rapport annuel

L'énergie nucléaire en 2018

Développer les connaissances
pour l'avenir

Activités de l'AEN par secteur



2018 AEN

Rapport annuel

AGENCE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE
Organisation de coopération et de développement économiques

L'AEN en bref – 2018

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



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

Message du Directeur général	5
La technologie nucléaire en 2018	6
Activités de l'AEN par secteur	
Développement de l'énergie nucléaire	19
Sûreté et réglementation nucléaire	26
Aspects humains de la sûreté nucléaire	40
Protection radiologique	44
Gestion des déchets radioactifs	48
Démantèlement des installations nucléaires et gestion des situations historiques	51
Sciences nucléaires	53
Banque de données	58
Affaires juridiques	61
Informations générales	
Information et communication	64
Relations mondiales	66
Organisation de l'AEN	68
Comités de l'AEN en 2018	69
Structure du management de l'AEN en 2018	70
Publications et brochures de l'AEN parues en 2018	71

*Le personnel de l'AEN répond aux besoins
des pays membres depuis plus de 60 ans*



L'année 2018, dans la lignée des précédentes, a été marquée par des changements importants, tant en ce qui concerne l'Agence que le contexte dans lequel elle travaille. La communauté nucléaire est de plus en plus consciente qu'il faut soutenir le développement des compétences et du savoir. L'AEN, en tant qu'organisation fondée sur la connaissance, aide ses États membres à répondre à leurs préoccupations et besoins en matière de gestion des connaissances. Ses comités et groupes d'experts contribuent continuellement à la préservation et à la codification des données, de l'information, du savoir, des résultats de la recherche, des procédures et des pratiques optimales. L'Agence partage ensuite ces connaissances explicites au moyen d'un programme de publication de grande ampleur, de bases de données, d'ateliers, de programmes d'enseignement et de séminaires en ligne.

Contrairement aux connaissances explicites, les connaissances tacites ne peuvent réellement s'acquérir qu'en se confrontant à une expérience concrète et à des projets pratiques. Pour l'essentiel, les connaissances tacites nécessaires au secteur nucléaire furent générées au début de l'ère nucléaire et durant sa phase d'expansion. Pendant cette période, les projets de recherche-développement (R-D) étaient en plein développement et l'on construisait de nombreuses centrales nucléaires à travers le monde. Les scientifiques et les ingénieurs du secteur nucléaire étaient constamment confrontés à des expériences et des essais uniques en leur genre. Ils réfléchissaient à des projets et des technologies révolutionnaires. Dans le contexte nucléaire actuel, où les budgets de R-D, l'innovation et la construction de nouvelles centrales sont généralement en déclin dans la plupart des pays de l'OCDE, les occasions pour de jeunes professionnels d'acquérir des connaissances pratiques en travaillant sur des projets ambitieux sont de moins en moins nombreuses au niveau national. Seule la coopération internationale permet aujourd'hui de générer une masse critique d'activité et de donner accès à des infrastructures de pointe.

Pour remédier à ces difficultés, l'AEN a lancé le Cadre d'échange pour l'enseignement, les compétences et la technologie nucléaires (*Nuclear Education, Skills and Technology Framework – NEST*). Ce cadre a été conçu pour confronter les jeunes générations (les participants NEST) à des projets ambitieux et à des problèmes concrets. Grâce à cela, les jeunes pourront acquérir des compétences, apprendre à réfléchir de manière critique et absorber des connaissances tacites en travaillant aux côtés des plus grands experts du domaine. Le cadre NEST, qui est décrit plus avant page 57, va faciliter l'accès des participants à une masse critique d'activités et d'infrastructures et contribuer à la création de la prochaine génération d'experts nucléaires, qui pourra un jour exploiter les connaissances et l'expérience acquises pour produire de nouvelles idées et générer des innovations.

Le Cadre NEST vient en complément de projets communs de l'AEN présentés dans ce rapport, qui visent tous à assurer la continuité des connaissances et à encourager des individus talentueux. Pour cela, des investissements à long terme sont nécessaires de la part de chaque pays et de chaque organisation. Il faut également une vision stratégique et l'implication de nombreux acteurs, ce qui, dans le contexte actuel, est difficile à réaliser dans un pays ou une organisation agissant seuls. Un effort concerté de toutes les parties prenantes est nécessaire.

En matière de technologies, l'avenir est conditionné davantage par les personnes que par le matériel. Les solutions d'avenir viendront de gens passionnés qui possèdent le savoir-faire nécessaire pour réaliser leurs projets. Le personnel de l'Agence, en photo ci-contre, incarne l'engagement des compétences et du savoir-faire au service d'un avenir meilleur. Ses efforts, ses réalisations, ses compétences, ses connaissances explicites et tacites ont contribué à des améliorations durables pour les 33 pays membres de l'Agence et de nombreux autres au-delà.

William D. Magwood, IV,
Directeur général, Agence pour l'énergie nucléaire

La technologie nucléaire en 2018



Creative Commons, Calmos

Centrale nucléaire de Doel, en Belgique.

À la fin de l'année 2018, on comptait à travers le monde 454 réacteurs en service développant une puissance cumulée de 400 GWe. Parmi ceux-ci, 354, soit 326 GWe ou 81,4 % du total de la puissance nucléaire mondiale, étaient exploités dans des pays membres de l'AEN.

Neuf réacteurs ont été raccordés au réseau en 2018 – sept en Chine, dont les quatre premiers AP1000¹ et le premier EPR, et deux en Russie. Cela représente une puissance installée supplémentaire de 10,4 GWe, soit trois fois plus que la puissance ajoutée au réseau en 2017. Les travaux de construction de cinq réacteurs ont commencé, dont quatre dans des pays de l'AEN (Corée, Royaume-Uni, Russie et Turquie), et un au Bangladesh, ce qui porte à 55 (dont 22 dans des pays de l'AEN) le nombre de réacteurs en cours d'édification.

C'est dans les pays non membres de l'AEN que le dynamisme en matière de construction de centrales nucléaires est le plus vif, et cette évolution devrait se poursuivre. La majorité des projets de construction se concentrent dans les pays qui anticipent une forte croissance de la demande d'électricité. Ainsi, la Chine construit actuellement 11 réacteurs (11 GWe) et n'a pas démarré de chantier en 2018. Plus de 60 % des réacteurs en cours de construction le sont dans des pays n'appartenant pas à l'AEN, et près de la moitié d'entre eux sont en Chine, en Inde et aux Émirats arabes unis.

La Fédération de Russie est le pays membre de l'AEN le plus actif, avec six réacteurs en construction, dont les deux petits réacteurs de la centrale flottante Akademik Lomonosov. En 2017, la société publique Rosatom a signé plus de vingt accords avec des entités hors de Russie, pour des études exploratoires ou de faisabilité, ou encore des activités générales de coopération pour le développement.

D'autres accords correspondent à un stade plus avancé de négociation ou à des engagements plus fermes. Près du tiers de l'ensemble des chantiers de construction en cours dans des pays membres ou non membres de l'AEN sont conduits par la Russie.

Dans le même temps, plusieurs pays de l'AEN prévoient de démanteler des centrales nucléaires actuellement en exploitation, pour des motifs soit économiques soit stratégiques, mais non techniques.

Les autres évolutions marquantes en matière électro-nucléaire dans les pays membres de l'AEN en 2018 sont décrites ci-après.

- L'Argentine poursuit les négociations entamées avec la Chine concernant un prêt en vue de concrétiser un projet de construction de nouveaux réacteurs (dont Atucha 3). Elle a également signé un accord de coopération avec la Russie en décembre 2018.
- La Belgique a connu quelques inquiétudes quant à la sécurité de son approvisionnement en électricité lorsque seul un (Doel 3) des sept réacteurs du pays (6 000 Mwe au total) a continué de produire de l'électricité au début de novembre 2018. Les réacteurs 1 et 2 de Doel avaient été mis à l'arrêt pour réparation quelques mois après la détection, plus tôt la même année, d'une petite fuite dans le système d'injection de sûreté du réacteur 2 de Doel. Des arrêts prolongés des tranches 4 de Doel et 2 et 3 de Tihange ont également été nécessaires en raison de l'endommagement de structures en béton de bâtiments d'urgence de second niveau. La mise à l'arrêt de la tranche 1 de Tihange a été brève, ce qui a permis une remise en

1. Le réacteur AP1000 est un réacteur à eau pressurisée.



Unités 3 et 4 de la centrale nucléaire d'Ohi, au Japon.

Wikimedia Commons

ligne à la mi-novembre. Le redémarrage de la tranche 4 de Doel a été autorisé au début de décembre 2018. La tranche 2 de Doel doit redémarrer en janvier 2019, suivie par la tranche 1. Les tranches 2 et 3 de Tihange devraient suivre au printemps 2019. La Belgique prévoit de mettre définitivement à l'arrêt ses sept réacteurs actuellement en exploitation d'ici à 2025. En octobre 2018, la Chine et la Belgique ont signé un accord-cadre de coopération pour l'usage pacifique de l'énergie nucléaire.

- Le Canada a dévoilé, en novembre 2018, une feuille de route établie en partenariat avec les parties prenantes concernant les applications potentielles des SMR dans ce pays. Ce document a été demandé par le gouvernement du Canada et prévoit notamment l'utilisation de SMR en lieu et place de centrales au charbon, mais également aux fins de production de chaleur et d'électricité propres pour l'industrie, ainsi que d'alimentation en énergie de collectivités isolées.
- En Corée, le nombre total de réacteurs nucléaires en exploitation a été porté à 24, pour une capacité installée totale de 22,5 GWe, ce qui représente 30,3 % de la puissance de production d'électricité totale en 2017. Cinq réacteurs sont en cours de construction, y compris la tranche 6 de Shin-Kori, dont les travaux ont débuté en septembre 2018. Le raccordement au réseau de la tranche 4 de cette même centrale est prévu pour août 2019. En juin 2018, le conseil d'administration de Korea Hydro & Nuclear Power (KHNP) a annoncé la mise à l'arrêt définitif de la tranche 1 de Wolsong à Gyeongju-si, dans la province du Nord Gyeongsang, quatre ans avant l'expiration de l'autorisation d'exploitation.
- En Espagne, en 2018, les exploitants nucléaires, le gouvernement et les parties prenantes ont élaboré un plan de renouvellement des autorisations d'exploitation des centrales nucléaires en service et un calendrier pour leur mise à l'arrêt définitif, conformément au projet de Plan national énergie et climat devant être approuvé en 2019. L'énergie nucléaire est la plus importante source d'électricité en Espagne, avec 21 % de la production totale, contre 18 % pour l'éolien et 17 % pour le charbon. L'énergie nucléaire représente 40 % de l'électricité bas carbone produite en Espagne.
- Aux États-Unis, la vente du fournisseur nucléaire Westinghouse Electric Company à la compagnie financière canadienne Brookfield Business Partners L.P a été réalisée en janvier 2018. La construction de deux réacteurs AP1000 sur le site de Vogtle se poursuit. La tranche 3 de Vogtle devrait être mise en service en novembre 2021 et la tranche 4 en novembre 2022. Certains états ont pris des mesures afin de proposer des incitations réglementaires et financières pour maintenir en exploitation les centrales existantes face à des prix de l'électricité historiquement bas. En 2018, le Connecticut est devenu le dernier état à ce jour à permettre aux centrales nucléaires de puissance de proposer des offres sur les marchés de l'électricité aux côtés d'autres sources comme l'éolien, le solaire et l'hydraulique.
- En Finlande, en raison du prolongement des essais préalables à la mise en service du réacteur EPR de Teollisuuden Voima Oyj (TVO), le début de la production d'électricité est désormais prévu en janvier 2020. Quant à Fennovoima, elle a annoncé qu'au vu de l'état d'avancement de l'examen de sa demande par l'Autorité de radioprotection et de sûreté nucléaire finlandaise (STUK), elle prévoyait de recevoir l'autorisation de construction concernant la tranche 1 de Hanhikivi en 2021 et démarrer la construction dans la foulée.
- En France, le gouvernement a dévoilé en novembre 2018 sa nouvelle stratégie énergétique, qui prévoit une réduction de la part du nucléaire dans la production d'électricité de 75 % à 50 % d'ici à 2035, et non plus 2025. Pour parvenir à cette réduction, les autorités ont annoncé que 14 des 58 tranches en exploitation seraient mises à l'arrêt d'ici à 2035. Par ailleurs, compte tenu des enjeux associés à l'objectif de neutralité carbone en 2050, le gouvernement a annoncé qu'il engageait un programme de travail avec l'industrie pour instruire d'ici à la mi-2021 l'ensemble des questions nécessaires à une décision sur le lancement éventuel d'un programme de construction de nouveaux réacteurs.
- En Hongrie, les travaux de préparation du site de Paks (contrôle de l'aménagement, etc.) en vue de la construction de deux nouvelles tranches ont débuté en 2018. En février 2018, l'Autriche a engagé une action contre la Commission européenne pour contester l'approbation des aides d'État accordées par la Hongrie en faveur de ce projet.
- Au Japon, quatre réacteurs ont été redémarrés, ce qui monte à neuf le nombre de réacteurs à eau pressurisée (REP) remis en exploitation après que l'Autorité de réglementation nucléaire (NRA) a confirmé, suite à des examens de conformité approfondis, qu'ils répondaient aux nouvelles normes. Il s'agit des tranches 1 et 2 de Sendai (2015) et 3 et 4 de Genkai (2018), exploitées par Kyushu ; la tranche 3 d'Itaka (2016), exploitée par Shikoku ; les tranches 3 et 4 de Takahama (2016, 2017) et 3 et 4 de

Centrale nucléaire de Vogtle
unité 4 - AP1000, États-Unis,
mise en place du module CA20
en août 2016.
Georgia Power Company



- Ohi (2018), exploitées par Kansai. Trois autres REP (les tranches 1 et 2 de Takahama et 3 de Mihama, exploitées par Kansai) et deux tranches équipées de réacteurs à eau bouillante (REB) avancés (les tranches 6 et 7 de Kashiwazaki-Kariwa, exploitée par Tepeco) et un réacteur à eau bouillante (Tokai Daini, exploitée par Japan Atomic Power Company) ont satisfait aux nouvelles normes réglementaires respectivement en 2016, 2017 et 2018, mais aucun REB ou REB avancé n'a encore redémarré. En tout, 12 autres réacteurs, dont certains sont en construction, font l'objet d'un examen de la NRA et 19 tranches sont en cours de démantèlement ou le seront à la fin de 2018.
- En Pologne, le ministère de l'énergie a publié en novembre 2018 son projet de politique énergétique jusqu'en 2040, qui confirme la volonté de mettre en œuvre une capacité de production électronucléaire de 6 à 9 GW au sein d'un portefeuille diversifié. L'objectif est de se libérer d'une forte dépendance au charbon et au gaz importé. La première tranche nucléaire polonaise, d'une puissance de 1 000 à 1 500 MWe – pourrait être raccordée au réseau en 2033, suivie par cinq autres d'ici à 2043.
 - Au Royaume-Uni, l'énergie nucléaire bénéficie du soutien général de la population. En 2018, 22 % des Britanniques étaient opposés à l'énergie nucléaire, alors qu'ils étaient 35 % à la soutenir et que 40 % de la population étaient sans opinion. En juin 2018, afin de maintenir le rôle de l'énergie nucléaire dans la production d'électricité, le gouvernement a publié le Nuclear Sector Deal, qui se fixe pour objectif ultime de produire "une énergie nucléaire fiable et toujours disponible à un prix abordable". Ce document propose de nouveaux modèles économiques de construction de nouvelles centrales nucléaires de puissance qui devraient permettre une baisse des coûts pouvant atteindre 30 % d'ici à 2030, une baisse des coûts de démantèlement pouvant atteindre 20 %, ainsi qu'une chaîne d'approvisionnement plus concurrentielle et le développement d'une main-d'œuvre spécialisée. La première coulée de béton du radier d'Hinkley Point C, qui accueillera le bâtiment réacteur, a eu lieu en décembre 2018. Le gouvernement britannique envisage également quatre autres projets à Sizewell (EPR, EDF/CGN), Bradwell (HPR1000, CGN/EDF), Wylfa (ABWR, Hitachi) et Oldbury (ABWR, Hitachi). Un sixième projet prévu à Moorside, en Cumbria, a été abandonné en novembre 2018, dans la mesure où son promoteur originel, Toshiba Japon, s'est retiré complètement de la construction nucléaire et n'a pas été en mesure de trouver un acheteur pour ce projet. Le gouvernement britannique a cependant confirmé que le site restait disponible pour la construction d'un nouveau réacteur nucléaire.
 - En Russie, la tranche 4 de Rostov et la première tranche de Leningrad Phase II se sont vu accorder des autorisations d'exploitation. Le chargement en combustible des deux tranches de la centrale flottante Akademik Lomonosov a été achevé en octobre 2018. La première tranche a été mise en service en novembre, à Murmansk, et la deuxième tranche devrait suivre sous peu. La barge doit être remorquée jusqu'à son emplacement définitif à Pevek, dans la région de Tchoukotka, en Russie, durant l'été 2019. En décembre 2018, le fabricant de combustible russe TVEL a commencé la production par lots d'assemblages de combustible MOX qui seront utilisés dans le nouveau réacteur à neutrons rapides BN-800.
- Parmi les pays non membres de l'AEN, la Chine reste le leader de la construction de nouveaux réacteurs, avec sept nouvelles tranches raccordées au réseau en 2018, dont certaines équipées des quatre premiers réacteurs AP1000 et du premier EPR. Le rythme de construction semble avoir ralenti, dans la mesure où la Chine n'a entamé aucune construction de nouvelle tranche nucléaire en 2018. Cependant, de nouveaux projets de construction sont prévus pour 2019. En novembre 2018, la China State Power Investment Corporation (SPIC) et Westinghouse (désormais détenue par l'entreprise canadienne Brookfield Business Partners) ont signé un accord de coopération concernant les technologies AP1000 et CAP1400.
- L'Inde s'est fixé des objectifs ambitieux de développement de sa capacité électronucléaire. Sept réacteurs y sont actuellement en construction (quatre réacteurs à eau lourde pressurisée, deux VVER1000 et un réacteur rapide au sodium), d'une puissance cumulée de 4,3 GWe. Le pays a également conclu des accords avec l'entreprise russe Atomstroyexport concernant deux tranches supplémentaires à Kudankulam, ainsi qu'un accord industriel entre EDF et NPCIL en vue de la construction de six réacteurs EPR à Jaitapur. En décembre 2018, la tranche 1 de Kaiga a établi un nouveau record mondial de longévité d'exploitation continue, tous types de réacteurs nucléaires confondus, avec 941 jours d'exploitation ininterrompue depuis le 13 mai 2016.
- Les Émirats arabes unis (EAU) construisent quatre nouveaux réacteurs AP1400 conçus par l'entreprise coréenne KEPCO, également responsable de la construction. La Tranche 1 a été achevée en mars 2018, et en octobre 2018, les travaux des tranches 2, 3 et 4 étaient achevés à respectivement 94 %, 86 % et 76 %. Le chargement du combustible et la mise en service sont prévus pour la fin de 2019 ou le début de 2020, une fois que la formation de l'exploitant aura été achevée et que toutes les autorisations réglementaires auront été obtenues.

Évolution de l'approvisionnement en combustible nucléaire

En 2018, les conditions de marché demeurant défavorables, la production de plusieurs exploitations minières d'uranium a ralenti. Néanmoins, les prix de l'uranium se sont réorientés à la hausse au deuxième semestre 2018, en raison des effets combinés d'un renouveau d'intérêt des investisseurs pour l'uranium (par ex., le fonds d'investissement Yellow Cake) et du ralentissement de la production d'importants producteurs. Au Canada, l'extraction à la mine de McArthur River et la transformation à KeyLake ont été suspendues à la fin de janvier 2018 ; en juillet 2018, il a été annoncé que la suspension serait prolongée pour une durée indéfinie. Le Kazakhstan, premier producteur mondial, a également annoncé une réduction de sa production de 20 % au cours des trois prochaines années. À la mine de Langer Heinrich, en Namibie, l'exploitation a été suspendue à la fin de mai 2018 pour procéder aux opérations de maintenance. Par ailleurs, il a été annoncé à la fin d'août 2018 que le traitement du minerai à la mine de cuivre, d'or et d'uranium d'Olympic Dam, dans le sud de l'Australie, subissait les conséquences d'un problème technique au sein de l'usine de production d'acide. En octobre 2018, NAC Kazatomprom, producteur d'uranium du Kazakhstan, a publié un communiqué de presse concernant son projet d'introduction en Bourse. En novembre 2018, Rio Tinto a annoncé avoir conclu un accord contraignant avec China National Uranium Corporation Limited (CNUC) concernant la vente de l'intégralité de ses parts (68,62 % du capital) dans la mine d'uranium de Rössing, en Namibie.

En 2018, huit pays membres de l'AEN ont produit de l'uranium, l'Australie, le Canada, les États-Unis et la Russie totalisant à eux quatre une part importante de la production mondiale (environ 35 %).

En janvier 2018, aux États-Unis, deux des principaux producteurs d'uranium ont saisi le ministère américain du Commerce pour qu'il ouvre une enquête sur les effets des importations d'uranium sur la sécurité nationale. Ils demandent que l'État limite les importations et réserve 25 % du marché nucléaire à la production intérieure d'uranium. L'enquête du ministère est en cours.

Concentré d'uranium "Yellow cake".
Creative Commons, Dean Calma



Des usines de conversion de l'uranium sont en service au Canada, en France et en Russie. En France, la nouvelle installation de conversion d'uranium Philippe Coste a été achevée et regroupe deux installations du Sud de la France sur les sites de Malvesi, près de Narbonne, et du Tricastin. Elle est dotée d'une capacité de production de 15 000 tonnes par an et a nécessité un investissement de 1,15 milliard d'euros sur 12 ans. Cette installation convertit l'oxyde d'uranium en tétrafluorure d'uranium (UF4) dans un premier temps, puis en hexafluorure d'uranium (UF6), avant enrichissement aux fins de production de combustible nucléaire.

Deux usines d'enrichissement par centrifugation à haute performance récemment construites (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 2018. Les conditions de marché défavorables ont conduit les enrichisseurs à arrêter progressivement les centrifugeuses les plus anciennes et à favoriser la vente d'une partie de leurs stocks d'uranium (underfeeding) et le réenrichissement de résidus. En milieu d'année, Urenco a annoncé que le projet Tailings Management Facility (TMF), au Royaume-Uni, serait bientôt achevé et que la mise en service avait débuté. Aux États-Unis, le développement de la technologie d'enrichissement au laser de GE Hitachi a été freiné par les conditions de marché défavorables. En juin 2018, Silex Systems Ltd. a annoncé que son conseil d'administration renonçait à l'achat d'une part majoritaire dans le capital de GE-Hitachi Global Laser Enrichment (GLE), détenteur exclusif de l'autorisation concernant la technologie d'enrichissement de l'uranium au laser SILEX. En 2018, Centrus Energy Corp. a poursuivi ses travaux sur la technologie de centrifugation américaine (American Centrifuge Project) dans le cadre de son contrat avec le Laboratoire national d'Oak Ridge (ORNL), appartenant au ministère de l'Énergie. La Chine a signalé en novembre 2018 que le projet commercial de démonstration de sa toute dernière conception de centrifugeuse d'enrichissement de l'uranium avait été achevé et approuvé.

En ce qui concerne le marché du combustible nucléaire, les prix de l'uranium et de la conversion ont augmenté de manière importante en 2018, mais le marché de l'enrichissement enregistre un léger recul.

Sûreté et réglementation nucléaire

En 2018, les pays membres de l'AEN ont poursuivi l'amélioration de leurs cadres réglementaires et le renforcement de la sûreté de leurs installations nucléaires. L'accent mis par la communauté internationale sur la gestion des accidents a conduit à des progrès importants en termes de disponibilité et de diversité des équipements dédiés et à l'amélioration des stratégies et procédures d'urgence. Les pays membres de l'AEN coopèrent pour mieux identifier et comprendre les risques associés aux catastrophes naturelles et aux événements externes tels que les séismes, les tsunamis et les crues. Ils sont particulièrement conscients de l'importance vitale que revêtent le développement et le maintien d'une culture de sûreté forte, tant parmi les exploitants que parmi les autorités de sûreté.

Les autorités de sûreté des pays membres de l'AEN et leurs appuis techniques ont approfondi leur connaissance de nombreux domaines techniques importants par des

Vêtements de protection.
Areva, Jean-Marie Taillat, France

activités de recherche menées en coopération. Ces travaux ont permis de mieux comprendre la phénoménologie des accidents graves, la thermohydraulique, les codes de calcul, la modélisation, la propagation des incendies ainsi que les propriétés des matériaux et des combustibles.

L'AEN et ses pays membres lancent des activités de recherche à court terme concernant l'accident de Fukushima Daiichi pour renforcer les connaissances en matière de sûreté et aider au démantèlement en temps opportun. Ces activités favoriseront le développement des connaissances techniques du comportement du combustible et des produits de fission lors d'un accident grave et permettront de mieux comprendre les divers codes de calcul utilisés pour analyser les accidents.

L'AEN et ses pays membres accordent la priorité à la sûreté de l'exploitation des installations nucléaires. La collaboration entre membres de l'Agence demeure particulièrement active sur la question de la prolongation de la durée de vie des centrales nucléaires, notamment au travers de travaux sur le vieillissement des structures, systèmes et composants. En outre, les autorités de sûreté des pays membres collaborent pour traiter les questions soulevées par l'utilisation croissante des technologies numériques dans les installations nucléaires et assurer la qualité, tout au long de la chaîne d'approvisionnement, des composants nucléaires.

La recherche-développement (R-D) joue un rôle fondamental dans l'amélioration de la sûreté et permet l'introduction de technologies innovantes. Cette introduction est plus fructueuse et plus rapide si l'industrie, les chercheurs et les autorités de sûreté interagissent dès le début du processus d'innovation. Toutefois, une interaction précoce soulève aussi de nombreuses questions auxquelles l'AEN, les autorités de sûreté et les appuis techniques des pays membres de l'AEN cherchent à apporter des réponses, notamment du point de vue des liens entre innovation et processus réglementaire d'autorisation. Les discussions se poursuivent pour évaluer les problèmes soulevés et y apporter des solutions.

La collaboration internationale et le partage de l'expérience au sein de l'AEN viennent en appui à la construction et à la mise en service de nouvelles conceptions de réacteurs respectant les conditions de sûreté, ainsi qu'à l'examen réglementaire de conceptions de réacteurs avancés. L'AEN a confirmé qu'elle souhaitait entreprendre des activités concernant l'interface entre sûreté et sécurité. Par ailleurs, alors que le démantèlement de certaines centrales a commencé, les questions réglementaires soulevées à cette occasion encouragent les pays membres de l'AEN à partager leur expérience et leurs meilleures pratiques en la matière.

La collaboration internationale et les projets menés par l'AEN pour renforcer les connaissances et partager les meilleures pratiques dans de nombreux domaines techniques et réglementaires durant tout le cycle de vie des installations nucléaires contribuent au progrès de la sûreté et de la réglementation nucléaires.



Aspects humains de la sûreté nucléaire

Les aspects humains de la sûreté nucléaire représentent un domaine essentiel pour la sûreté de l'exploitation des installations nucléaires et l'efficacité des autorités de sûreté. Leur étude porte sur des questions complexes qui ne sont pas de nature technique, mais qui peuvent avoir une incidence importante sur la sûreté, les processus décisionnels et, en bout de course, les utilisations actuelles et futures de la technologie nucléaire. Ces questions doivent, de plus en plus, être abordées de manière transversale et multidisciplinaire. En 2018, les pays membres de l'AEN ont renforcé leur action dans ce domaine en traitant, entre autres, des aspects humains associés à la culture de sûreté, des facteurs organisationnels, de l'encadrement, du renforcement des moyens d'action, de la formation du personnel, de la communication avec le public en matière de sûreté nucléaire et du renforcement de la confiance dans la gestion à long terme des déchets.

Les pays membres de l'AEN continuent à faire progresser la culture de sûreté. Ils renforcent les exigences réglementaires en élaborant et en enrichissant des guides et recommandations en la matière.

- En Allemagne, le BMU a organisé un atelier sur la Culture de sûreté au sein de l'autorité de sûreté Des représentants de l'AIEA, de Finlande, de Suède, et des autorités allemandes ont présenté les activités de leurs autorités de sûreté ainsi que l'état de l'art au niveau de l'AEN.
- En Belgique, Bel V, filiale de l'Agence fédérale de contrôle nucléaire (AFCN/FANC), a mis en œuvre conformément au rapport de l'AEN intitulé *Safety Culture of an Effective Nuclear Regulatory Body* (AEN, 2016), un outil d'évaluation de la maturité de la culture de sûreté qui permet d'analyser la culture de sûreté au sein de l'autorité de contrôle.
- En France, le Comité d'orientation des facteurs sociaux, organisationnels et humains (COFSOH) de l'ASN a approuvé en juin 2018 un document intitulé *Réflexions sur les questions posées par l'encadrement juridique du recours à des prestataires et à la sous-traitance dans le régime des installations nucléaires de base*, élaboré par le groupe de travail aspects juridique du COFSOH.

2. BMU : Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (ministère fédéral de l'Environnement, de la Préservation de la nature et de la Sûreté nucléaire)

- Aux Pays-Bas, l'Autorité de sûreté nucléaire et de protection radiologique (ANVS) a récemment engagé des experts jouissant d'une vaste expérience en matière de culture de sûreté hors de l'industrie nucléaire. Ce pays membre a également commencé à proposer des formations sur la réflexion sur les modes de travail qui mettent en lumière les implications de différents modèles de raisonnement.
- En Pologne, l'Agence nationale de l'énergie atomique (PAA) a réalisé des visites comparatives coordonnées avec d'autres organismes de réglementation, dernièrement avec l'Afrique du Sud et la Suisse. En outre, tous les membres de la PAA ont été invités à participer à des ateliers lors desquels différents aspects de la culture de sûreté ont été analysés.
- Au Royaume-Uni, l'autorité de sûreté (Office of Nuclear Regulation – ONR) a publié un Guide pour une bonne application de la réglementation et a élaboré un Mode d'emploi sur les stratégies d'inspection de l'encadrement et de la gestion aux fins de sûreté.
- En Suisse, un corpus de nouveaux principes de gestion et d'encadrement est récemment entré en vigueur dans le cadre d'un projet sur la culture de contrôle de l'Inspection fédérale de la sûreté nucléaire.
- Plusieurs membres du Groupe de travail sur la culture de sûreté (WGSC), dont l'Institut de sûreté nucléaire coréen (KINS), l'Autorité de sûreté nucléaire japonaise (NRA), l'Entreprise publique de l'énergie atomique russe (ROSATOM), le Conseil de sûreté nucléaire espagnol (CSN) et la Commission de réglementation nucléaire américaine (NRC) réalisent ou ont réalisé des autoévaluations. Certains membres en analysent actuellement les résultats.

Protection radiologique

En 2018, la communauté scientifique de la protection radiologique a tourné sa réflexion et ses actions vers l'avenir. Elle s'est notamment mobilisée en vue d'encourager les étudiants à étudier la protection radiologique et de maintenir et transmettre à la prochaine génération d'experts en protection radiologique l'expérience et le savoir-faire accumulés en la matière. La mise en œuvre des dernières recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) a fait émerger une nouvelle conception et une nouvelle interprétation du cadre international de radioprotection ; les recherches en protection radiologique produisent des éléments intéressants mais non encore probants sur les risques présentés par les faibles doses de rayonnements, et la communauté scientifique accorde une importance grandissante à l'examen de l'état de préparation des autorités compétentes en vue de la réhabilitation des conditions de vie après un accident radiologique.

Les opportunités de carrière dans le domaine de la protection radiologique sont nombreuses dans une grande variété de secteurs d'activité. Toutefois à la suite des accidents de Three Mile Island, de Tchernobyl et de Fukushima, le nombre d'étudiants dans les filières de radioprotection a considérablement diminué, ainsi que le nombre d'universités proposant des cursus dans ce domaine, ce qui laisse craindre à

l'avenir une pénurie de spécialistes de la protection radiologique dans quasiment tous les domaines. Chacun s'accorde sur la nécessité de remédier à cette situation, notamment en communiquant davantage sur les carrières possibles en radioprotection et les opportunités d'emploi dans la filière et en facilitant la mobilité professionnelle afin que les experts puissent travailler partout où ils sont nécessaires.

À l'avenir, les experts de la protection radiologique seront notamment appelés à gérer et à faire évoluer le système international de protection radiologique. Onze ans après la publication des plus récentes recommandations générales de la CIPR, les organisations internationales et les autorités nationales ont appris à les interpréter et à les mettre en œuvre. Depuis 2007, l'expérience et la réflexion ont permis de dégager de nouvelles manières de présenter et d'appréhender ces recommandations pour en faciliter l'application dans diverses circonstances, comme l'illustre la réhabilitation des conditions de vie après l'accident de Fukushima Daiichi. L'application concrète de ces recommandations à l'avenir va continuer de nourrir les travaux de la CIPR.

Les débats relatifs à l'évolution du système de radioprotection seront en partie conditionnés par l'état d'avancement des connaissances scientifiques. Les recherches menées notamment sur les effets potentiellement délétères des faibles doses et l'ordre de grandeur des doses reçues quotidiennement par les travailleurs et le grand public devraient permettre de mieux comprendre quels peuvent en être les effets sur la santé. Actuellement, on ne sait pas si l'exposition à de faibles doses de radioactivité peut entraîner des maladies telles que le cancer ou la leucémie. C'est la raison pour laquelle le système de radioprotection actuel part du principe que toute exposition constitue un risque pour la santé, dont l'importance décroît proportionnellement à l'exposition. Les études épidémiologiques et radiobiologiques des faibles doses menées à travers le monde visent justement à mieux cerner le risque sanitaire potentiel. Le renforcement de la coopération et de la coordination de ces travaux se poursuit, notamment en matière de toxicologie chimique, où il a été démontré que la collaboration accroissait l'efficacité de la recherche.

Casques.

Shutterstock, Nuei57



L'accident nucléaire de Fukushima Daiichi a apporté la preuve de la complexité des circonstances entourant la réhabilitation des conditions de vie, question qui n'a pas été étudiée en profondeur ni envisagée de manière centrale par le passé. L'attention se concentre aujourd'hui sur l'élaboration d'un cadre pour le déroulement des actions de réhabilitation des conditions de vie, notamment via la communication d'informations pour aider les parties prenantes à comprendre leur situation radiologique, la structure des responsabilités et la gestion des ressources.

Gestion des déchets radioactifs

En 2018, les pays membres de l'AEN ont continué d'œuvrer pour une gestion sûre du combustible usé et des déchets radioactifs. Conscients qu'il est important d'assurer la transparence et la participation du public au processus décisionnel relatif aux déchets radioactifs, les gestionnaires de déchets, les décideurs politiques et les organismes de réglementation souhaitent renforcer la relation de confiance avec le public et clarifier le débat sur les risques associés à la gestion de ces déchets.

Conformément à la 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. Cela permet de dresser un panorama des programmes nationaux de gestion des déchets radioactifs au sein de l'UE, de renforcer la confiance du public et de définir de meilleures stratégies de gestion.

La révision et le développement des dossiers de sûreté des centres de stockage des déchets radioactifs à vie longue progressent dans de nombreux pays de l'AEN. La Conférence du Groupe d'intégration pour le dossier de sûreté (IGSC) de 2018 a mis en évidence les évolutions des dossiers de sûreté pour les centres de stockage géologique, qui visent à accroître la robustesse des évaluations de sûreté et la prédiction des performances de ces centres sur le long terme.

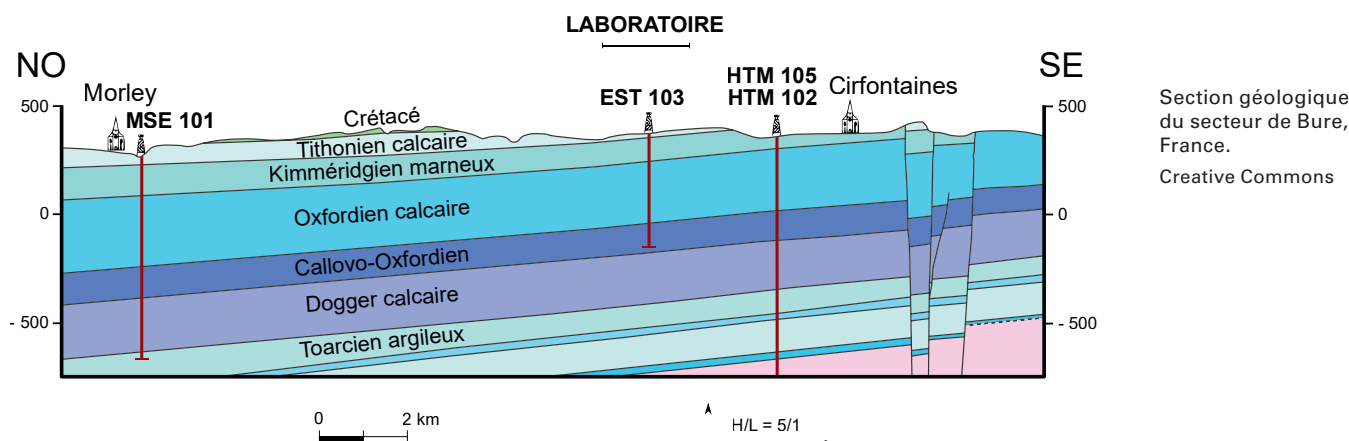
En 2018, la construction du premier centre de stockage de déchets radioactifs de haute activité (HA) à Olkiluoto, en Finlande, s'est poursuivie. Ce projet sert de modèle et offre un retour d'expérience précieux pour les autres pays qui construiront des centres de stockage géologique.

Les autres faits marquants sont les suivants :

- En Allemagne, la loi sur la restructuration dans le domaine de la gestion des déchets radioactifs, qui est entrée en vigueur en juillet 2016, a modifié les rôles et les responsabilités de divers bureaux fédéraux. Le Bureau fédéral pour la sûreté de la gestion des déchets radioactifs (Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit, BfE) est désormais chargé de la supervision et de la délivrance d'autorisations en matière de transport nucléaire, d'entreposage des déchets radioactifs, de sélection d'un site de stockage et de surveillance d'un centre de stockage. La gestion des déchets radioactifs est désormais confiée à la Société fédérale pour le stockage des déchets radioactifs (Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH – BGE), tandis que l'entreposage relève de la Société fédérale pour l'entreposage des déchets radioactifs (Bundesgesellschaft für Zwischenlagerung mbH – BGZ). La loi sur la sélection d'un site de stockage a été modifiée et est entrée en

vigueur en mai 2017. C'est elle qui fixe les critères gouvernant la sélection d'un site pour un centre de stockage des déchets radioactifs.

- En Argentine, la Commission nationale de l'énergie atomique (CNEA) est chargée de la gestion des déchets radioactifs à titre principal. Le combustible usé n'est pas actuellement considéré comme un déchet radioactif et est entreposé de manière sûre dans des installations prévues à cet effet jusqu'à ce qu'une décision soit prise quant à l'éventuelle construction d'un centre de stockage géologique d'ici à 2030. Les autorités prévoient qu'un tel centre pourrait être opérationnel d'ici à 2060.
- Au Canada, la Société de gestion des déchets nucléaires (SGDN), qui est chargée du stockage des déchets de haute activité (HA), a progressé dans le processus en neuf étapes qui doit lui permettre de choisir un site sûr, sécurisé et adapté sur le territoire d'une collectivité informée. En 2018, cinq régions de l'Ontario participaient toujours à ce processus. Du point de vue technique, un prototype révisé de colis a été conçu spécifiquement pour le combustible Canada Deuterium Uranium (CANDU). Les premiers prototypes en vraie grandeur ont été construits et ont subi des essais visant à vérifier leur résistance théorique.
- En Corée, le ministère du Commerce, de l'Industrie et de l'Énergie (MOTIE) travaille à un projet de plan de gestion du combustible usé fondé sur les recommandations formulées en 2015 par la Commission sur la participation du public à la gestion du combustible usé (PECOS). Ces recommandations indiquent qu'il convient d'identifier un site pour un laboratoire de recherche souterrain d'ici à 2020, afin de procéder à des expériences *in situ* à partir de 2030 et de commencer à exploiter un centre de stockage géologique à partir de 2051.
- En Espagne, une mission du Service intégré d'examen de la réglementation (IRRS) et une mission d'examen ARTEMIS ont eu lieu en octobre 2018. En août 2017, le ministère de la Transition écologique a refusé de renouveler l'autorisation d'exploitation de la centrale nucléaire de Santa María de Garoña. Des mesures ont donc été prises pour préparer un démantèlement immédiat. Par ailleurs, les travaux d'évaluation concernant l'autorisation d'un centre de stockage centralisé du combustible usé qui pourra accueillir l'ensemble du combustible usé, des déchets de haute activité et des déchets de moyenne activité à vie longue du pays ont été suspendus à la demande du ministère de la Transition écologique, dans l'attente de l'approbation du Plan national énergie et climat.
- Aux États-Unis, après la publication par la NRC de son supplément définitif à l'étude concluant que l'impact de rejets en surface d'eaux souterraines potentiellement contaminées serait négligeable, le ministère de l'Énergie (DOE) entend avancer dans la construction d'un centre de stockage des déchets radioactifs, comme le prévoit le projet de budget présidentiel pour 2018.
- En Finlande, à Olkiluoto, l'entreprise Posiva Oy est entrée dans une nouvelle phase de la réalisation de son centre de stockage, dont la construction a débuté en décembre 2016. En novembre 2016, la STUK a auto-



risé la construction d'un centre de stockage géologique des déchets HA et d'une installation d'entreposage, qui devrait commencer à être exploitée d'ici à 2023. En 2018, un système d'essai à taille réelle *in situ* a été mis en œuvre à ONKALO pour démontrer la faisabilité du système de centre de stockage KBS-3³. Dans le cadre de sa demande d'autorisation d'exploitation qu'elle prévoit de soumettre au début de 2020, Posiva révisé son plan de dossier de sûreté.

- En France, la procédure concernant la construction d'un centre industriel de stockage géologique (Cigéo) des déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue (MA-VL) à la limite des départements de la Meuse et de la Haute-Marne suit son cours. En 2018, l'ASN a émis un avis sur le dossier d'options de sûreté transmis par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA), qui établit les objectifs, concepts et principes de sûreté du stockage des déchets HA et MA-VL dans des formations du Callovo-oxfordien. Dans cet avis, elle estime que le projet a atteint dans son ensemble une maturité technique satisfaisante au stade du dossier d'options de sûreté. L'ANDRA a également présenté le plan directeur d'exploitation de Cigéo, qui traite en détail des inventaires de déchets et de l'état d'avancement du projet. En 2018, l'ANDRA a poursuivi les études de conception du projet, qui conduiront notamment à la production d'une étude d'impact environnemental et au dépôt d'une demande d'autorisation en 2019.
- En Italie, en janvier 2018, l'entreprise publique pour le démantèlement et la gestion des déchets radioactifs (SOGIN) a déposé devant l'Institut de recherche et de protection environnementale (ISPRA) une mise à jour de la Carte nationale des sites potentiellement éligibles (CNAPI) pour accueillir une installation d'entreposage en subsurface des déchets de faible et moyenne activité et un centre de stockage des déchets de moyenne et haute activité. Le 29 mars 2018, après examen, l'ISPRA a soumis cette carte au ministère du Développement économique et au ministère de l'Environnement et de la protection du territoire et de la mer pour publication. Une fois la Carte nationale publiée, un débat aura lieu à l'échelle du pays pour parvenir à un accord sur le site du centre national de stockage et de l'installation d'entreposage.

- Au Japon, les travaux du programme de recherche sur le stockage géologique se poursuivent, tandis qu'une politique concernant les déchets HA fait l'objet de discussions entre plusieurs organisations nationales. En 2015, le gouvernement avait révisé la politique relative au stockage des déchets HA, soulignant l'importance de parvenir à un consensus entre le gouvernement et les collectivités locales, mais aussi l'importance de la réversibilité et de la récupérabilité. En 2017, afin de renforcer la communication avec le public, le ministère du Commerce et de l'Industrie (METI) a publié une Carte nationale des caractéristiques scientifiques d'un centre de stockage géologique. En coopération avec l'AEN, le METI a organisé un atelier pour débattre de l'expérience internationale en matière de communication sur les dossiers de sûreté. En 2018, l'Organisation de gestion des déchets nucléaires (NUMO) a produit un dossier de sûreté sur la base d'un modèle listant les spécifications souhaitées du futur site.
- En Pologne, le Programme national de gestion des déchets radioactifs et du combustible usé a fait l'objet, en 2017, d'une mission d'examen par les pairs ARTEMIS. Un groupe d'experts de l'AIEA a évalué la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs et a conclu que le pays était proche d'une gestion sûre des déchets radioactifs, tout en pointant un certain nombre d'améliorations possibles. En 2018, les délégués polonais ont collaboré avec l'European Repository Development Organisation (ERDO), le Club sel et le Groupe d'intégration pour le dossier de sûreté (IGSC) de l'AEN pour préparer la création d'un centre de stockage du combustible usé et des déchets radioactifs de haute activité.
- En République tchèque, la loi sur l'énergie atomique (n° 263/2016) est entrée en vigueur au début de 2018. En novembre 2017, la mise à jour de la conception tchèque a été achevée et les autorités ont approuvé un document intitulé "Conception pour la gestion des déchets radioactifs et du combustible usé en République tchèque". Cette conception a été soumise à une étude d'impact environnemental comprenant une consultation transfrontière avec les pays voisins. Le processus de sélection d'un site pour un centre de stockage du combustible usé est en cours de définition et le gestionnaire de déchets, l'Autorité de stockage des déchets radioactifs (SÚRAO), dialogue avec les municipalités qui pourraient se porter candidates. Depuis 2015, la SÚRAO a réalisé des études

3. Méthode spéciale de stockage du combustible usé reposant sur une triple barrière protectrice : des fûts en cuivre, l'argile bentonite et la roche mère.

géologiques de surface sur neuf sites potentiels. En 2018, sur la base des résultats obtenus, elle a décidé de concentrer le processus de sélection sur quatre à cinq sites. Le choix définitif devra être fait d'ici à 2025 et la réalisation de l'installation de recherche souterraine est prévue pour 2030-2045.

- En Russie, le processus de conception se poursuit en vue de l'implantation d'un centre de stockage géologique des déchets de moyenne activité dans la région de Krasnoïarsk. La première phase du projet est la construction d'un laboratoire souterrain de recherche d'ici à 2025, avec un essai et une démonstration du stockage de différents types de déchets radioactifs. La décision finale concernant le stockage géologique doit être rendue d'ici à 2030-2035. Des progrès importants ont également été faits dans l'établissement d'installations d'entreposage des déchets de faible activité (FA) et de moyenne activité (MA) (à savoir, la catégorie 3 pour les déchets FA-VL et MA-VL et la catégorie 4 pour les déchets FA et de très faible activité [TFA] à vie courte [VC]). Il est prévu de construire des installations de stockage pour les déchets de catégories 3 et 4 dans les régions de Tcheliabinsk et de Tomsk. Depuis 2016, la Russie a une installation d'entreposage des déchets FA-MA dans la région de Sverdlovsk, dont une seconde partie devrait commencer à être exploitée en 2022.
- En Slovénie, l'Assemblée nationale a adopté, le 12 décembre 2017, une nouvelle loi sur la protection contre les rayonnements ionisants et la sûreté nucléaire, qui transcrit certaines dispositions de la Directive européenne sur la sûreté nucléaire. La loi est entrée en vigueur le 6 janvier 2018. Sur le site de la centrale nucléaire de Krško, les autorités prévoient de créer d'ici à 2021 un centre d'entreposage à sec du combustible usé qui est actuellement entreposé dans une piscine de stockage.
- En Suède, l'autorité de sûreté, la Cour foncière et environnementale de Stockholm et la municipalité d'Östhammar poursuivent l'examen des demandes d'autorisation d'exploitation d'un centre de stockage du combustible usé. En juin 2016, l'autorité de radioprotection (SSM) a conclu que la demande d'autorisation de la Société suédoise

de gestion des déchets radioactifs et du combustible nucléaire (SKB) concernant une installation de conditionnement et le centre de stockage de Forsmark était, de prime abord, conforme aux exigences réglementaires et a recommandé à la Cour foncière et environnementale d'accorder à la SKB l'autorisation de mener des activités dans le respect du Code de l'environnement suédois. La Cour a tenu l'audience principale en l'affaire à l'automne 2017 et a remis les conclusions de son examen au gouvernement le 23 janvier 2018. L'autorité de radioprotection doit présenter ses conclusions au gouvernement avant qu'une décision ne soit prise.

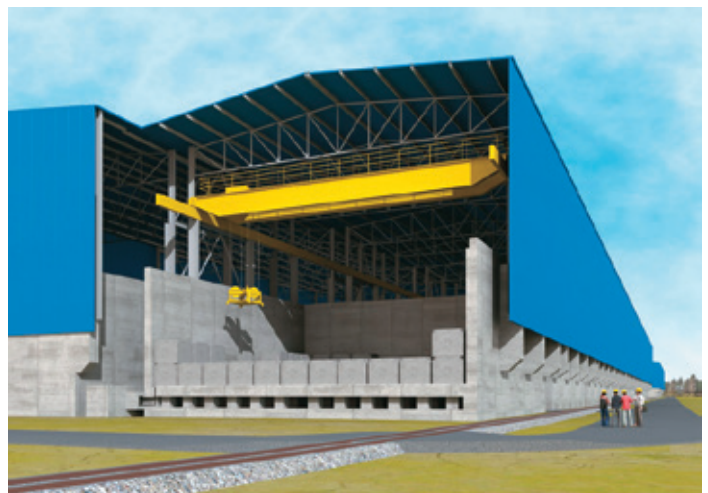
- En Suisse, le "plan sectoriel de dépôts en couche géologique profonde" en est actuellement à la phase 2, et le gouvernement devrait prendre une décision concernant une proposition de construction de deux sites ou plus pour le stockage de déchets FA, MA et HA d'ici à la fin de 2018. L'IFSN ayant demandé la poursuite du développement sans délai, la société coopérative nationale pour le stockage des déchets radioactifs (Nagra) a réalisé une campagne sismique 3D dans la région nord des Lägern et a déposé des demandes d'autorisation de forage en 2017. Les zones où il serait possible d'implanter des centres de stockage géologique de déchets HA ou FA ont été identifiées sur la base de critères techniques. La phase 3 consistera à examiner les aspects logistiques et économiques du projet avec les collectivités et les cantons concernés pour réduire le nombre de sites identifiés.

Déchets de faible et moyenne activité

Des avancées ont également été faites en matière de gestion sûre des déchets de faible et moyenne activité (FA et MA). Les faits marquants sont les suivants :

- En Allemagne, la construction du puits de transport des déchets (puits 2) et de la zone de stockage se poursuit dans l'ancienne mine de Konrad. D'ici à 2027, près de 303 000 m3 de déchets radioactifs à puissance thermique négligeable seront stockés dans cette ancienne mine de fer.

Maquette de l'installation de stockage en surface envisagée.
ONDRAF/NIRAS, Belgique





Démantèlement des laboratoires Whiteshell.
Canada Nuclear Laboratories (LNC)

- En Belgique, l'Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies (ONDRAF) a fourni toutes les informations nécessaires pour répondre aux questions en suspens concernant le projet de centre de stockage de Dessel. Il compte terminer la mise à jour de son dossier de sûreté en 2018 et prépare son audition devant le Conseil scientifique de l'Agence fédérale de contrôle nucléaire (AFCN/FANC) qui devrait avoir lieu à la fin de 2018 ou au début de 2019.
- Au Canada, Ontario Power Generation (OPG), exploitant nucléaire de l'Ontario, poursuit la réalisation d'un centre de stockage géologique des déchets FA et MA dans cette province, à Bruce County. Après le dépôt par OPG d'un complément d'informations en réponse à une demande du ministère de l'Environnement et du Changement climatique datant de fin 2016, un examen public a eu lieu en 2017. Le ministère doit désormais se prononcer sur l'évaluation environnementale.
- En Corée, le centre de stockage de déchets FA et MA de Wolsong a obtenu une autorisation à la fin de 2014 et a commencé à être exploité en 2015. Dans l'installation FA et MA de Yangbuk-myeon, à Gyeongju, d'une capacité de 800 000 fûts (de 200 l chacun) sur une surface de 2 100 000 m², l'exploitation a commencé en 2015. La construction d'une seconde installation sur le même site devrait être achevée d'ici à 2019, avec un centre de stockage en subsurface d'une capacité de 125 000 fûts.
- Aux États-Unis, la NRC élabore une réglementation sur le stockage des déchets supérieurs à la catégorie C, car la réglementation actuelle (10 CFR 61) ne contient pas de critères généraux concernant le stockage de ces déchets et des déchets transuraniens.
- En Russie, un système de stockage de déchets FA et MA est en cours de développement. Le processus de sélection d'un site a débuté. L'exploitation du premier centre de stockage de déchets FA et MA de Novouralsk, qui a commencé en 2015, se poursuit.
- En 2018, la Slovénie a entamé des discussions avec la Croatie concernant un projet de centre de stockage commun des déchets FA et MA. Sur le site de la centrale nucléaire de Krško, des campagnes de réduction du volume des déchets ont eu lieu par voie d'incinération, d'évaporation et de super compactage. Un nouveau bâtiment dédié à la manipulation des déchets a été construit.

Démantèlement nucléaire et gestion des situations historiques

Des progrès importants sont faits en matière de démantèlement et de remise en état de l'environnement dans les pays de l'AEN. Ci-dessous figure un aperçu des activités de démantèlement en cours en 2018 :

- En Allemagne, à la fin de 2018, 24 projets de démantèlement de centrales nucléaires et de prototypes de réacteurs étaient en cours, dont l'un est en état de confinement sûr. Des autorisations de démantèlement ont été accordées pour les centrales nucléaires de Unterweser en février 2018, de Grafenrheinfeld en avril 2018 et de Brunsbüttel en décembre 2018. Des procédures d'autorisation sont en cours pour les centrales nucléaires de Krümmel et Gundremmingen-B, mises à l'arrêt définitif. Sept centrales nucléaires sont en exploitation et seront mises à l'arrêt progressivement d'ici à la fin de 2022 au plus tard. Cinq d'entre elles font déjà l'objet de demandes d'autorisation de démantèlement. La prochaine centrale qui sera mise à l'arrêt est celle de Philippsburg 2, très probablement à la fin de 2019.
- Au Canada, l'organisation privée Laboratoires nucléaires canadiens (LNC) est responsable de la gestion des missions d'Énergie atomique du Canada limitée (EACL) en matière d'environnement, de démantèlement et de gestion des déchets radioactifs. Elle prévoit de construire une installation de stockage en subsurface de déchets de faible activité sur le site des laboratoires de Chalk River. LNC propose également de démanteler *in situ* le Réacteur nucléaire de démonstration en Ontario et le réacteur de recherche de Whiteshell, dans le Manitoba. Au nom d'EACL, LNC met en œuvre l'Initiative dans la région de Port Hope, qui consiste en l'assainissement et la gestion à long terme d'environ 1,7 million de mètres cubes de déchets radioactifs de faible activité et de terres contaminées sur les communes de Port Hope et de Clarington, en Ontario. Deux installations modernes de gestion à long terme des déchets ont été construites dans ce cadre. Elles sont exploitées afin de réceptionner les déchets d'installations de déchets existantes et d'autres déchets répartis en divers endroits de la région.
- En Espagne, le démantèlement de José Cabrera (Zorita) est entré dans sa phase finale. Les travaux d'assainissement des murs et des structures en béton armé se poursuivent en préparation de la démolition conventionnelle. L'assainissement des sols et le tri des terres contaminées sont achevés. Les activités de démantèlement devraient se terminer d'ici à la fin de 2019.

La pièce située sous le réacteur TREAT, États-Unis.

© Rsb8382



- Aux États-Unis, les travaux d'assainissement de la Plutonium Finishing Plant (PFP) de Hanford, dans l'état de Washington, de démolition des bâtiments et d'entreposage des déchets à Oak Ridge, Tennessee, ainsi que sur d'autres sites du ministère de l'Énergie (DOE) (comme Savannah River) se sont poursuivis en 2018. La Commission de la réglementation nucléaire (NRC) surveille 20 réacteurs de puissance mis à l'arrêt définitif. Parmi ces 20 réacteurs, 6 sont en cours de démantèlement actif (DECON⁴) et 14 seront démantelés à une date ultérieure (SAFSTOR⁵). En application de la disposition 10 CFR 50.82(a)(3) du Code de réglementation fédérale, un réacteur mis à l'arrêt définitif doit être démantelé dans un délai de 60 ans. Par ailleurs, la NRC a poursuivi son activité en matière d'autorisation et de surveillance concernant 4 réacteurs de recherche et d'essais, 13 installations de démantèlement des matériaux complexes, 2 installations du cycle du combustible, 22 sites de traitement du minerai d'uranium de titre 1 et 11 sites de récupération de l'uranium de titre 2. Depuis l'annonce d'une proposition de règlement en novembre 2015, la NRC a organisé des réunions publiques afin de recueillir des informations des parties prenantes extérieures et a commencé les activités de recherche nécessaires à la publication, en 2019, d'une réglementation concernant le démantèlement.
- En Finlande, le Centre de recherche technique de Finlande (VTT) prépare une demande d'autorisation pour le démantèlement du réacteur de recherche FIR Triga Mark II, mis à l'arrêt en 2015. La STUK assurera la surveillance du premier projet de démantèlement et de déclassement d'une installation nucléaire en Finlande.
- Au Japon, la NRA a revu en 2017 la loi réglementant les matières brutes, le combustible nucléaire et les réacteurs, qui impose désormais aux titulaires d'autorisation de préparer et de publier les "plans et stratégies de démantèlement" de leurs installations nucléaires, qui décrivent les mesures concernant le démantèlement de leurs installations nucléaires pendant qu'elles sont en service. Tenant compte de ces dispositions légales, tous les titulaires d'autorisation ont respecté leurs obligations en la matière en 2018.
- En Russie, le démantèlement de quatre tranches des centrales de Novovoronezh et de Beloyarsk et de quatre installations nucléaires présentant un risque radiologique s'est poursuivi en 2018. Les préparatifs pour le démantèlement des tranches 1 et 2 de la centrale nucléaire de Leningrad et des tranches 1, 2, 3 et 4 de la centrale de Bilibino, ainsi que des tranches 1 et 2 de la centrale de Kola se sont poursuivis en 2018.
- Au Royaume-Uni, depuis que la Nuclear Decommissioning Authority (NDA) est devenue propriétaire du site de Sellafield en 2016, une machine de 350 tonnes a été installée pour récupérer les déchets radioactifs du silo d'entreposage de l'installation. Les déchets récupérés seront conditionnés et entreposés en attendant d'être stockés dans le centre de stockage géologique du Royaume-Uni. La NDA estime qu'il lui faudra entre 20 et 25 ans pour procéder à l'assainissement du site de Sellafield.
- En Suède, le démantèlement du réacteur d'essai des matériaux R2 de Studsvik se poursuit et doit être achevé en 2019. Le démantèlement du réacteur à eau lourde sous pression d'Agesta doit débuter en 2020. Un nouveau bâtiment d'entreposage des déchets FA et MA issus du démantèlement de ces installations est en préparation sur le site de Studsvik. Des titulaires d'autorisation ont préparé également la mise à l'arrêt de quatre des plus anciens réacteurs : les tranches 1 et 2 d'Oskarshamn ont été mises définitivement à l'arrêt en 2017 et les tranches 1 et 2 de Ringhals le seront en 2020. Ces projets s'ajoutent à ceux concernant deux tranches de Barsebäck et le réacteur d'Agesta. Au total, sept réacteurs vont donc être démantelés dans les années à venir. Les six réacteurs en exploitation à Oskarshamn, Ringhals et Forsmark vont continuer d'être exploités, leur durée de vie ayant été prolongée jusqu'à 60 ans.
- En Suisse, l'IFSN examine le premier plan de démantèlement de la centrale nucléaire de Mühleberg soumis à l'Office fédéral de l'énergie (OFEN).

4. Méthode de démantèlement selon laquelle les matériaux structurels, systèmes et composants contaminés par la radioactivité sont évacués d'un site et entreposés de manière sûre dans des centres d'entreposage de déchets de faible activités exploités commercialement.
5. Méthode de démantèlement selon laquelle une installation nucléaire est mise à l'arrêt définitif et maintenue en état sûr jusqu'à son démantèlement ultérieur.

Sciences et technologies nucléaires

Les innovations en sciences et technologies nucléaires sont amenées à se traduire en connaissances pratiques et en politiques qui répondent aux besoins de nos sociétés. Elles nécessitent la coopération de tous les acteurs de la filière nucléaire et le maintien et le développement des infrastructures expérimentales, qui sont pourtant en déclin constant. En 2018, le réacteur à eau bouillante de Halden a été mis à l'arrêt, laissant un vide en matière de recherche sur les combustibles et les matériaux. Pour assurer la continuité des travaux et encourager l'utilisation de certains réacteurs de recherche sélectionnés aux fins de programmes communs de recherche, des initiatives ont été prises aux échelons national et international. Cherchant à mettre en évidence les besoins futurs de recherche sur les combustibles et les matériaux et à y répondre, la communauté nucléaire a déterminé de manière réaliste quels travaux pourraient être réalisés avec les réacteurs d'essai de matériaux actuellement en exploitation.

En septembre 2018, le Conseil des ministres a approuvé un financement de 558 millions d'euros (EUR) pour le réacteur de recherche hybride MYRRHA (Multipurpose Hybrid Research Reactor for High-tech Applications) sur le site du Centre d'étude de l'énergie nucléaire (SCK•CEN). MYRRHA est un réacteur de 57 MWt piloté par un accélérateur de particules qui projettera un rayon de protons de 600 MeV sur une cible de spallation liquide plomb-bismuth (Pb-Bi) couplée à un cœur nucléaire à neutrons rapides sous-critique refroidi au Pb-Bi. MYRRHA doit remplacer le réacteur de recherche belge vieillissant BR2 et sera utilisé pour la production de radioisotopes à usage médical, ainsi que pour une variété de projets de recherche, comme la démonstration du concept de transmutation des radionucléides à vie longue présents dans le combustible nucléaire et les déchets radioactifs.

Pour répondre à la demande croissante en essais de transitoires, essentiels au développement des combustibles nucléaires pour les réacteurs existants et les réacteurs avancés de la génération suivante, deux expériences de transitoires de combustible nucléaire ont été réalisées en 2018 : l'une par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire français (IRSN) dans le réacteur CABRI hébergé par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), et l'autre dans l'installation d'essai sur les transitoires de réacteurs (TREAT) de l'Idaho National Laboratory (INL) aux États-Unis.

L'industrie exploite davantage de prototypes de combustibles plus résistants en conditions accidentelles (Accident Tolerant Fuel - ATF) dans des réacteurs d'essai de combustibles et de matériaux et dans des réacteurs commerciaux équipés de prototypes de crayons de combustible. Plusieurs fournisseurs ont irradié des gaines de combustibles ATF et ont commencé des programmes d'essai d'assemblages chargés en combustible afin d'acquérir une expérience en exploitation et de parfaire ses connaissances sur la compatibilité des combustibles. Ces irradiations de base vont produire des données sur le comportement du combustible dans des conditions normales et réalistes d'exploitation d'une centrale nucléaire et permettront de disposer de spécimens pré-irradiés pour procéder à des examens post-irradiation en

cellule chaude et à de nouveaux essais spécialisés dans des réacteurs d'essai de combustibles et de matériaux.

L'un des domaines des sciences nucléaires qui progresse rapidement est celui de la modélisation et de la simulation. Toutefois, la manière dont les utilisateurs finaux de l'industrie et de la sûreté confirment l'exactitude des simulations réalisées n'est pas encore fixée de manière définitive. La validation de la modélisation multiphysique pose des difficultés majeures en raison des limitations inhérentes aux nouvelles technologies et applications. Quant à la validation des simulations, elle doit s'appuyer sur des expériences plus intelligentes qui soient physiquement pertinentes au regard des applications prévues. De telles expériences doivent être conçues avec le plus grand soin et nécessitent que des progrès en matière d'instrumentation et d'acquisition de données se produisent simultanément à des progrès en matière de calcul, de façon à optimiser la capacité des codes de calcul à prédire et à informer les décisions, améliorant ainsi la sûreté des réacteurs et leur efficacité économique.

Un grand nombre de campagnes expérimentales coûteuses ont été menées depuis des décennies, y compris dans des réacteurs d'essai de combustibles et de matériaux. Pourtant, les données générées demeurent sous-exploitées. La mise à l'arrêt définitif du réacteur de Halden a poussé la communauté scientifique à réfléchir à la meilleure manière d'utiliser et de conserver les données expérimentales. Il est de plus en plus évident que la collaboration internationale présente des avantages, non seulement en amont d'une campagne expérimentale, mais aussi en aval, en ce qu'elle favorise la préservation des connaissances en les plaçant entre les mains des scientifiques du monde entier.

Droit nucléaire

L'utilisation sûre et pacifique de l'énergie nucléaire nécessite des cadres juridiques nationaux et internationaux solides. Ces cadres ont été mis en place dès la naissance de l'industrie nucléaire, avec les premières conventions sur la non-prolifération, la protection radiologique et la responsabilité civile nucléaire adoptées dans les années 1960. Au cours des années 1970, alors que des programmes nucléaires ambitieux se développaient rapidement au Canada, aux États-Unis, en Europe, au Japon et en Union soviétique, l'accent fut mis sur la non-prolifération et la nécessaire réglementation du commerce nucléaire. Tirant des enseignements des accidents nucléaires de Three Mile Island, aux États-Unis en 1979, et de Tchernobyl, en Union soviétique en 1986, la communauté internationale s'est ensuite mobilisée pour renforcer le cadre juridique international. Dans les années 1980 et 1990, elle a adopté une série de conventions internationales en matière de sûreté nucléaire, de sûreté de la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs et de participation du public et a modernisé les régimes de responsabilité nucléaire. Après l'attentat terroriste du 11 septembre 2001, elle s'est concentrée sur le renforcement du cadre juridique de prévention du terrorisme.

À la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi en 2011, le Plan d'action de l'AIEA sur la sûreté nucléaire a appelé les États membres de l'organisation, qu'ils soient dotés ou non de programmes nucléaires, à renforcer l'efficacité du cadre juridique international, notam-

ment en matière de sûreté nucléaire, en les encourageant à adhérer aux instruments internationaux et à les mettre en œuvre. Depuis lors, plusieurs pays ont adhéré à des conventions et ont réexaminé leur droit interne afin de renforcer leur cadre institutionnel et législatif en matière d'énergie nucléaire, conformément aux instruments internationaux.

En dépit des mesures prises pour assurer un haut niveau de sûreté nucléaire, la possibilité demeure qu'un accident survienne dans une installation nucléaire (pas seulement dans une centrale nucléaire, mais aussi dans des installations stockant du combustible nucléaire, des substances nucléaires, des produits ou des déchets radioactifs) ou lors du transport de substances nucléaires d'une installation à une autre. Les trois événements mentionnés plus haut ont montré que les accidents graves pouvaient avoir des conséquences multiples et d'une grande portée, tant pour les personnes et les biens que pour l'environnement.

La grande majorité des États convient qu'il est important de disposer de régimes de responsabilité civile nucléaire qui répondent aux préoccupations de tous les pays susceptibles d'être affectés par un accident nucléaire et qui permettent une indemnisation appropriée des dommages. À ce jour, 27 des 33 pays membres de l'AEN ont adhéré à au moins une convention sur la responsabilité civile nucléaire, et pour certains au Protocole commun relatif à l'application de la Convention de Vienne et de la Convention de Paris sur la responsabilité civile dans le domaine de l'énergie nucléaire (le "Protocole commun"). Depuis l'accident de Fukushima Daiichi, de nombreux États, notamment ceux qui mettent en œuvre un programme nucléaire ou envisagent de le faire (comme l'Arabie Saoudite, la Jordanie ou le Kazakhstan), adhèrent à au moins une des conventions renforcées – à savoir la Convention de Paris sur la Responsabilité civile dans le domaine de l'énergie nucléaire telle qu'amendée par le Protocole de 2004 (la "Convention de Paris révisée", pas encore en vigueur), la Convention de Vienne sur la responsabilité civile pour les dommages nucléaires telle qu'amendée par le Protocole de 1997 (la "Convention de Vienne révisée") et la Convention sur la réparation complémentaire des dommages nucléaires (CRC). Les Émirats arabes unis et la Roumanie ont choisi d'adhérer à la Convention de Vienne révisée, à la CRC et au Protocole commun ; ils entretiennent donc des relations conventionnelles avec la quasi-totalité des pays parties à une convention sur la responsabilité civile nucléaire.

L'objectif des régimes renforcés de responsabilité civile nucléaire (la Convention de Paris révisée, la Convention de Vienne révisée et la CRC) est de fournir une meilleure protection aux victimes potentielles, notamment en augmentant les montants de la responsabilité civile et en permettant aux États d'opter pour une responsabilité illimitée. Ces régimes prévoient également l'indemnisation d'une gamme plus étendue de dommages : en plus des dommages aux personnes et aux biens, ils prévoient l'indemnisation de certains types de dommages immatériels, du coût des mesures de restauration d'un environnement dégradé, du manque à gagner résultant d'un environnement dégradé ainsi que du coût des mesures de sauvegarde.

Les pays membres de l'AEN qui ont signé les Protocoles de 2004 portant modification de la Convention de Paris et de la Convention de Bruxelles complémentaire à la Convention de Paris poursuivent leurs efforts de mise en œuvre des dispositions de ces protocoles. Une décision du Conseil de l'Union européenne (UE) (2004/294/EC) du 8 mars 2004 prévoit que les 11 parties contractantes à la Convention de Paris qui sont aussi membres de l'UE prennent les mesures nécessaires pour déposer simultanément leurs instruments de ratification du Protocole de 2004 portant modification de la Convention de Paris. L'Italie a bientôt terminé le processus de ratification ; la loi de transposition du protocole en droit interne a été soumise au Parlement en décembre 2018. D'autres signataires des Protocoles de 2004 (Belgique, Espagne, Finlande, France et Pays-Bas) ont déjà adopté une législation transitoire intégrant en droit interne les niveaux d'indemnisation plus élevés prévus par les Protocoles de 2004 dans l'attente de l'entrée en vigueur de ces derniers. Le site web de l'AEN propose davantage d'informations sur la Convention de Paris : www.oecd-nea.org/law/paris-convention.html.

À travers le monde, des réacteurs sont en cours de construction et des pays se dotent de programmes d'énergie nucléaire ; on conçoit, on construit et on examine des réacteurs évolutionnaires ou révolutionnaires. Certaines innovations, comme les petits réacteurs modulaires et les centrales nucléaires flottantes, n'avaient pas été envisagées à l'époque où les conventions internationales qui forment le cadre juridique international applicable à l'utilisation sûre et pacifique de l'énergie nucléaire furent rédigées. Il faudra donc des experts juridiques qualifiés pour répondre aux questions juridiques que ces innovations soulèveront, mais aussi pour résoudre des problèmes juridiques en suspens. Cela est vrai pour les pays qui ont décidé de conserver leur programme nucléaire comme pour ceux qui envisagent d'allonger la durée de vie de certains réacteurs, mais aussi pour ceux qui mettent fin à leur programme et seront confrontés à des questions relatives au démantèlement et à la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs. Il est donc essentiel, tant d'un point de vue national qu'international, de disposer d'un nombre suffisant de juristes nucléaires formés, curieux et passionnés, ce qui nécessite que les États maintiennent un enseignement universitaire dédié et une formation continue dans ce domaine. ■

6. Le projet de loi est disponible sur le site web de la Chambre des députés d'Italie : www.camera.it/leg18/126?tab=2&leg=18&idDocumento=1476&sede=&tipo.

Développement de l'énergie nucléaire

L'objectif de l'AEN dans ce domaine est de fournir aux gouvernements et aux autres parties prenantes concernées des informations fiables, faisant autorité, sur les technologies nucléaires actuelles et futures ainsi que sur le rôle de l'énergie nucléaire aujourd'hui et dans la perspective d'un développement durable. L'AEN fournit des analyses sur des sujets techniques, économiques, financiers, la disponibilité des ressources, des prévisions sur l'offre et la demande d'énergie et d'électricité, des études sur les perceptions du public, les avancées des technologies électronucléaires et du cycle du combustible nucléaire. Cela lui permet de conseiller les décideurs publics sur les politiques énergétiques nationales et internationales qui visent à fournir une énergie et une électricité bas carbone de façon fiable et rentable. À cette fin, les agents collaborent étroitement 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 travaux de l'AEN et de l'OCDE.

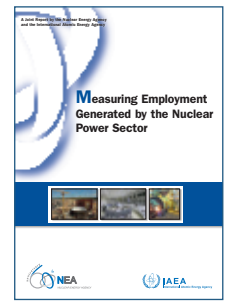
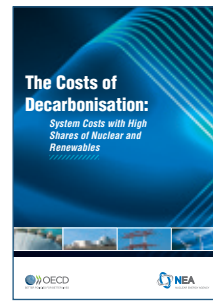
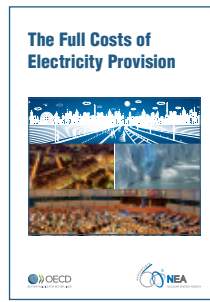
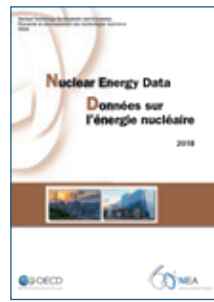
Ressources, production et demande de l'uranium

La 27^e édition de *Uranium 2018: Resources, Production and Demand*, le "Livre rouge" établi conjointement par l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN) et l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), a été publié en décembre 2018. Cette édition présente les résultats d'un examen approfondi des données fondamentales sur le marché de l'uranium, ainsi que sur la prospection, les ressources, la production d'uranium et les besoins des réacteurs dans le monde. Elle offre des informations sur les grands centres de production et contient, en outre, des projections de la puissance nucléaire installée et des besoins des réacteurs en uranium jusqu'en 2035, afin de traiter les questions liées à l'offre et à la demande d'uranium. Ce rapport propose des analyses et des informations provenant de 41 pays producteurs et consommateurs d'uranium.

Faits marquants

- En avril 2018, l'AEN a publié *The Full Costs of Electricity Provision*. Ce rapport analyse la comptabilisation et l'internalisation des coûts complets de la fourniture d'électricité pour tirer le meilleur profit des transitions énergétiques en cours dans de nombreux pays.
- Le rapport conjoint de l'AEN et de l'AIEA intitulé *Measuring Employment from the Nuclear Power Sector* a été publié en octobre 2018. Il mesure les emplois directs, indirects et induits générés par le secteur de l'énergie nucléaire dans les économies nationales.
- En décembre, l'AEN a publié conjointement avec l'AIEA le rapport intitulé *Uranium 2018: Resources, Production and Demand*, également appelé "livre rouge". Cette 27^e édition présente une évaluation détaillée de l'offre et de la demande d'uranium, ainsi que des projections du 1^{er} janvier 2017 jusqu'en 2035.
- Toujours en décembre, l'AEN a publié *Données sur l'énergie nucléaire 2018*, un rapport qui présente les informations officielles fournies par les pays membres de l'AEN sur leur programme d'énergie nucléaire respectif.
- L'étude de l'AEN sur le coût de la décarbonation, intitulée *Cost of Decarbonisation: System Costs with High Shares of Nuclear and Renewables* a été achevée en décembre 2018 et a été publiée au début de janvier 2019. Les auteurs y analysent le comportement et les coûts d'un système électrique représentatif de celui d'un pays type de l'OCDE qui serait soumis à de strictes contraintes en matière de dioxyde de carbone et qui combinerait l'énergie nucléaire et des énergies renouvelables variables. Le rapport étudie plusieurs scénarios avec différentes parts d'énergies renouvelables.
- Deux nouveaux projets ont été lancés en 2018 et seront menés à bien par des groupes d'experts ad hoc : l'un évaluera les aspects économiques, techniques et réglementaires de l'exploitation à long terme des centrales nucléaires et l'autre analysera les facteurs techniques, organisationnels et financiers clés susceptibles de réduire le coût des nouvelles technologies de production électronucléaire. L'AEN a également mené à bien des études de cadrage pour définir le champ d'étude et les objectifs d'un nouveau projet d'étude de l'énergie nucléaire du point de vue des sciences sociales, qui sera lancé en 2019.

Le Comité chargé des études techniques et économiques sur le développement de l'énergie nucléaire et le cycle du combustible (NDC) a approuvé le renouvellement du mandat du Groupe conjoint de l'AEN et de l'AIEA sur l'uranium pour une durée de trois ans.



Données sur l'énergie nucléaire

L'édition 2018 de *Données sur l'énergie nucléaire* a été publiée en décembre 2018. Elle contient des informations communiquées par les pays membres sur les dernières évolutions du secteur de l'énergie nucléaire, dont des projections de la puissance installée totale et nucléaire ainsi que des besoins du cycle du combustible jusqu'en 2035. Sur la base des données actualisées jusqu'à la fin de 2017, ce document révèle que la production totale d'électricité des pays membres de l'AEN a légèrement baissé entre 2016 et 2017 (de 0,02 %) et que la part de cette production qui est d'origine nucléaire a aussi légèrement diminué (de 18 % en 2016 à 17,9 % en 2017).

Coûts complets de la production d'électricité

Le rapport intitulé *The Full Cost of Electricity Provision* a été achevé en 2018. Il a été présenté en avril 2018, lors d'un webinaire en présence du Directeur général de l'AEN, M. William D. Magwood, IV, du directeur principal du développement stratégique du Nuclear Energy Institute, M. Matt Crozat, de la présidente de Energy for Humanity, Kirsty Gogan, et du conseiller économique de l'AEN, Jan Horst Keppler. Cette étude propose une synthèse des travaux de recherche en cours sur les coûts complets de la production d'électricité. Les coûts complets comprennent les coûts économiques directs, comme les coûts liés aux centrales ou aux réseaux, mais aussi ceux dérivés des conséquences sur l'environnement et la santé humaine, comme le changement climatique, la pollution locale et régionale, l'occupation des sols et les effets des accidents graves. D'autres impacts sociaux ou économiques sont également envisagés dans cette étude, comme la sécurité de l'approvisionnement en énergie, les externalités positives du point de vue de l'innovation et de la croissance, ainsi que les incidences sur l'emploi au niveau local et régional.

Les coûts de la décarbonisation : coûts système avec des parts importantes de nucléaire et de renouvelables

Une étude sur ce sujet a été achevée en décembre 2018 et dévoilée à Budapest, en Hongrie, en janvier 2019, en présence du ministre János Sülí. Elle évalue les coûts de différents scénarios concernant des systèmes électriques bas carbone qui permettraient d'atteindre les objectifs stricts de réduction des émissions de carbone fixés par l'Accord de Paris. Pour

atteindre ces objectifs d'émission, qui représentent un huitième des niveaux actuels, une transformation rapide et radicale des systèmes de production d'électricité serait nécessaire, avec le déploiement de technologies bas carbone comme le nucléaire, l'hydroélectricité et les énergies renouvelables variables.

Mesure de l'emploi généré par le secteur de l'énergie nucléaire

L'étude conjointe de l'AEN et de l'AIEA intitulée *Measuring Employment Generated by the Nuclear Sector* a été publiée en octobre 2018. Le secteur de l'énergie nucléaire emploie une main-d'œuvre considérable à travers le monde et, là où il est appelé à croître, on devrait constater une hausse correspondante de l'emploi. Cette étude généralise et simplifie les efforts de modélisation réalisés par les pays membres de l'OCDE pour les rendre plus applicables à d'autres économies, en particulier à celles des pays membres de l'AIEA. Elle s'appuie essentiellement sur des études quantitatives disponibles pour examiner et comparer des modèles macroéconomiques qui peuvent être utilisés pour quantifier les effets du secteur de l'énergie nucléaire sur les emplois directs, indirects et induits.

Collaboration avec d'autres organes de l'OCDE

L'AEN collabore étroitement avec l'Agence internationale de l'énergie (AIE) pour de nombreuses études, y compris les publications annuelles intitulées *Tracking Clean Energy Progress* (mai 2018), *World Energy Investment Report* (juillet 2018) et *World Energy Outlook* (novembre 2018), ainsi que des rapports ad hoc comme *Status of Power System Transformation: Advanced Power Plant Flexibility* (mai 2018). Elle assiste également l'AIE dans le cadre d'examen approfondis des stratégies énergétiques des pays membres. En 2018, l'AEN a participé à de tels examens concernant les États-Unis, le Royaume-Uni et la Suède. L'élaboration, tous les cinq ans, d'une étude de prévision des coûts de la production d'électricité (*Projected Costs of Generating Electricity*) est également un élément important de la coopération régulière entre les deux agences. La préparation de l'édition 2020 a débuté en octobre 2018, avec un atelier regroupant des experts de la modélisation des marchés de l'énergie. L'objectif est de mettre au point une méthode améliorée d'estimation des coûts moyens actualisés de l'électricité qui permette aux marchés de l'énergie actuels et futurs de mieux estimer la valeur et les coûts réels de différentes technologies de production.

Une collaboration avec le Centre de l'OCDE pour l'entrepreneuriat, les PME, les régions et les villes (CFE) et la Direction du commerce et de l'Agriculture de l'OCDE (TAD) a été lancée dans le cadre du Groupe d'experts sur l'exploitation de l'uranium et le développement économique (UMED) de l'AEN.

Une collaboration est en cours avec la Division de la santé de l'OCDE dans le cadre du Groupe à haut niveau sur la sécurité d'approvisionnement en radioisotopes médicaux (HLG-MR).

L'AEN participe régulièrement aux réunions entre directions de l'OCDE sur la coordination pour le climat et collabore aux actions climat à l'échelle de l'OCDE.

Innovation nucléaire à l'horizon 2050 (NI2050)

En novembre 2018, après plus de trois ans de travail, le Panel consultatif de l'initiative NI2050 s'est réuni à Paris pour la septième et dernière fois dans son format actuel. Ce panel, créé après la conférence de lancement de l'initiative NI2050 en juillet 2015, a guidé les travaux des experts et du Secrétariat, qui ont abouti à trois résultats : 1) la compilation des données pertinentes relatives aux programmes de R-D nucléaire dans les pays membres de l'AEN qui alimenteront les travaux futurs ; 2) une meilleure compréhension des concepts et des obstacles à l'innovation dans le secteur nucléaire ; 3) une méthode de sélection de sujets prioritaires et de mise au point de feuilles de route pour chacun de ces sujets en vue d'encourager l'innovation. Neuf feuilles de route ont ainsi été élaborées et vont être mises en œuvre. L'initiative NI2050 va faire office d'incubateur pour identifier, développer et suivre les projets d'innovation qui, grâce à la coopération multilatérale, peuvent être mis en œuvre rapidement et à un coût maîtrisé.

Le rapport d'activité de NI2050, qui fait la synthèse des accomplissements de l'initiative à ce jour, sera publié en 2019.

Sécurité de l'approvisionnement en radioisotopes médicaux

En 2018, le Groupe à haut niveau sur la sécurité d'approvisionnement en radioisotopes à usage médical (HLG-MR) a poursuivi ses efforts pour s'assurer de la sécurité de l'approvisionnement mondial en molybdène-99 (99Mo) et en son produit de désintégration, le technetium-99m (99mTc), qui sont les radioisotopes médicaux le plus utilisés. L'AEN a publié le rapport intitulé "The Supply of Medical Radioisotopes: 2018 Medical Isotope Demand and Capacity Projection for the 2018-2023 Period." Ce rapport confirme que la demande en 99Mo/99mTc demeure stable, à près de 9 400 Ci de 99Mo d'une période radioactive de six jours par semaine à la fin du traitement radiochimique. Il relève également des évolutions positives, notamment le fait que plus de 70 % des installations sont converties pour utiliser des cibles à l'uranium faiblement enrichi (UFE),

mais également l'autorisation, au début de février 2018, de la première technologie alternative, le système de générateur de 99mTc NorthStar RadioGenix. Cependant, il indique également que des retards ont été constatés dans l'introduction de technologies d'irradiation et de traitement alternatives et que des projets importants utilisant des technologies conventionnelles ont été repoussés au-delà de 2023. En 2018, des difficultés dues à l'utilisation de cibles à l'UFE, des mises à l'arrêt prolongées ou inattendues et des périodes de baisse de la production ont eu pour conséquence une pénurie chronique sur de nombreux marchés. De manière générale, la structure du marché n'est toujours pas économiquement viable, ce qui pose un risque du point de vue de la sécurité de l'approvisionnement et est susceptible de causer des retards, voire des annulations de projets d'investissement.

Le HLG-MR et la Division de la santé de l'OCDE conduisent une étude sur l'établissement d'un modèle de marché économiquement viable pour les radioisotopes médicaux qui sera publié au début de 2019. Ces travaux, fondés sur des données recueillies auprès des pays membres de l'OCDE, évaluent la mise en œuvre d'une récupération intégrale des coûts sur l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement, ce qui permettrait d'assurer la disponibilité constante de radioisotopes médicaux pour un coût maîtrisé.

Le quatrième mandat du HLG-MR a pris fin en décembre 2018 et le NDC a approuvé l'intégration de certains des travaux du HLG-MR dans son programme de travail, notamment le suivi de l'offre et de la demande, le soutien à la communication de l'industrie et des parties prenantes et l'hébergement des prochaines réunions ad hoc des acteurs du secteur des radioisotopes médicaux.

Vue du réacteur de recherche Osiris qui produit des radioisotopes médicaux.
CEA, France, A. Gonin



L'installation provisoire de stockage de combustible usé.
TVO, Finland



Cycle du combustible nucléaire : stratégies et considérations concernant l'aval du cycle

Le Groupe d'experts sur les stratégies de l'aval du cycle (BEST) est sur le point d'achever un rapport qui permettra aux responsables des politiques publiques d'identifier les domaines où un consensus technique existe et de déceler les différences fondamentales entre différents systèmes de cycle du combustible. Ce groupe a été créé pour examiner les points cruciaux pris en compte par les pays lorsqu'ils décident de mettre en œuvre des cycles du combustible partiellement ou totalement fermés et choisissent la manière de le faire. Ce rapport étudie différentes caractéristiques distinctives des cycles du combustible, notamment les avantages et inconvénients rencontrés dans la mise en œuvre de différentes options, et inclut une évaluation des facteurs pris en compte par les pays membres de l'AEN s'agissant de l'aval du cycle. Le groupe BEST a rassemblé de nombreux exemples de situations très variées – pays et programmes nucléaires de petite ou de grande ampleur ; secteur électronucléaire en croissance, stable ou décroissant ; pays qui privilégient le stockage direct, pays qui étudient différentes solutions, pays qui recyclent déjà le combustible usé à pleine capacité.

Réacteurs avancés et besoins futurs des marchés de l'énergie

Cette étude vise à évaluer la manière dont les réacteurs avancés en cours de développement, dont les petits réacteurs modulaires et les systèmes de Génération IV, plus innovants, répondront à la demande de marchés de l'énergie et de l'électricité en rapide évolution. L'une des étapes clés de cette étude est de prévoir ce que pourraient être les marchés de l'énergie et de l'électricité à l'avenir et de comprendre de manière détaillée ce que seront leurs besoins techniques. L'AEN a rassemblé les résultats des travaux de plusieurs experts de l'industrie (fournisseurs, électriciens), instituts de recherche, régulateurs, opérateurs de réseaux, analystes de l'énergie et économistes, experts des énergies renouvelables et organisations internationales. Cette étude couvre des sujets aussi divers que les applications non électriques de l'énergie nucléaire pour le chauffage et la désalinisation, le stockage de l'énergie au moyen de la production d'hydrogène, la flexibilité de l'exploitation ou l'intégration à des sources d'énergie variables. Ces travaux fourniront des informations essentielles pour comprendre comment l'énergie nucléaire pourra, de manière économiquement intéressante, occuper une place dans les marchés de l'énergie bas carbone. Ils permettront

également de mettre en évidence les difficultés engendrées par les nouveaux besoins en termes d'exploitation, de réglementation ou de marché.

Adéquation des mécanismes de financement du démantèlement et du stockage du combustible usé

La majorité des réacteurs nucléaires en exploitation atteindront la limite de leur durée prévue d'exploitation dans les deux décennies à venir. Les sociétés ont des demandes importantes concernant la planification et le financement du démantèlement des centrales nucléaires mises à l'arrêt en temps utile et pour un coût maîtrisé, mais aussi sur la gestion à long terme et le stockage du combustible usé. En réponse à ces demandes, l'AEN conduit un projet pour aider les pays membres à s'assurer de l'adéquation de leurs mécanismes de financement, tant en ce qui concerne les provisions constituées que les processus institutionnels d'équilibrage de l'actif et du passif sur le long terme. En s'appuyant sur un examen des mécanismes de financement très divers mis en place par ses pays membres, l'AEN réalise une compilation systématique des données recueillies et commence à en tirer les premiers enseignements. Le rapport se focalisera sur les interdépendances entre coûts et besoins de financement, d'une part, et politiques nucléaires, notamment l'exploitation à long terme ou les mises à l'arrêt prématurées, ainsi que les avancées technologiques, d'autre part. La démarche adoptée par les auteurs du rapport consiste à envisager la question de l'adéquation des mécanismes de financement du point de vue de la transparence, de la flexibilité et de la durabilité politique des mécanismes et processus institutionnels actuels plutôt que d'un point de vue strictement comptable, dans lequel les hypothèses relatives aux taux d'actualisation, qui sont souvent spécifiques à chaque pays, sont généralement décisives.

Contribution de l'exploitation minière de l'uranium au développement économique

L'exploitation minière est un moteur important de l'économie dans de nombreux pays, où elle représente une part importante des investissements directs étrangers, des exportations de minerais et des recettes budgétaires. Ces apports peuvent avoir un effet de catalyseur économique pour alimenter le développement économique au plan local, régional et national. L'objectif du projet conduit par le Groupe d'experts sur l'exploitation de l'uranium et le développement économique (UMED) de l'AEN est de mieux comprendre



Réunion du comité consultatif NI2050, tenue à l'AEN en novembre 2018.

quelle peut être la contribution de l'exploitation de l'uranium au développement économique et social. Sur la base des enseignements tirés d'études de cas dans divers pays, le groupe d'expert analysera les impacts et les bénéfices de l'exploitation de l'uranium sur l'emploi, l'éducation et la formation, le développement des entreprises au niveau local, les recettes budgétaires et l'environnement. Le Centre de l'OCDE pour l'entrepreneuriat (CFE) et la Direction du commerce et de l'agriculture de l'OCDE contribuent également à ces travaux en fournissant des informations sur les politiques nationales et régionales en matière d'exploitation minière ainsi que sur les bonnes pratiques en matière de partage des bénéfices et de collaboration avec les collectivités locales.

Aspects économiques, techniques et stratégiques de l'exploitation à long terme des centrales nucléaires

En 2012, la Division du développement des technologies nucléaires et de l'économie (NTE) de l'AEN a publié son premier rapport sur les aspects économiques de l'exploitation à long terme des centrales nucléaires. Ce rapport montrait que l'exploitation à long terme présentait des avantages économiques importants pour la plupart des pays qui envisageaient de la mettre en œuvre. Cependant, compte tenu de la nature holistique de l'évaluation de l'exploitation à long terme, la décision finale sur cette question reposera sur de nombreux critères (techniques, réglementaires, etc.) qui ne seront pas uniquement économiques.

Depuis 2012, le macro-environnement qui préside aux décisions concernant l'exploitation à long terme a considérablement évolué, notamment les conditions de marché, en raison de la part plus importante des renouvelables variables dans les réseaux et de l'abondance de gaz de schiste bon marché. En outre, avec un âge moyen de 30 ans, près de 40 % du parc nucléaire mondial va faire l'objet de décisions d'extension ou de non-extension dans les années à venir. Si les autorisations d'exploitation ne sont pas accordées, la capacité de production bas carbone mondiale va chuter d'ici à 2040, ce qui aura des implications sur les objectifs de réduction des émissions de carbone. C'est la raison pour laquelle l'AEN a entrepris une nouvelle étude pour évaluer le rôle de l'exploitation à long terme dans une économie bas carbone à l'aide d'une méthode holistique. Les aspects techniques, économiques et stratégiques seront analysés. En matière économique, cette étude fournira des données récentes intéressantes (coûts de base, coûts actualisés, etc.) et des informations supplémentaires sur les possibilités de réduction des coûts d'exploitation et de maintenance. De nouveaux

sujets, comme l'information et la gestion des connaissances ou le rôle de la numérisation seront également étudiés.

Réduire les coûts de la production nucléaire

Dans les pays de l'OCDE, l'économie de la construction de nouvelles centrales nucléaires est bouleversée par les effets combinés de la chute des prix des énergies renouvelables et des dépassements de coûts et de délais observés dans la construction des premiers réacteurs de troisième génération. Les dépenses en capital importantes, le retour sur investissement tardif et les incertitudes sur les coûts de construction de base et les délais d'achèvement sont autant de défis pour l'industrie nucléaire dans les pays membres de l'OCDE. De ce fait, les capacités de production nucléaire à l'échelle mondiale ne progressent pas au rythme voulu pour atteindre les objectifs d'émission de l'Accord de Paris. Ces difficultés ont conduit à un désalignement des parties prenantes clés aux projets nucléaires (industrie, État et autorités de sûreté), ce qui a accru le fossé entre risques et risques perçus et, par conséquent, le coût de l'investissement.

Dans le même temps, l'industrie nucléaire se porte plutôt bien dans d'autres parties du monde, où de nouvelles centrales sont construites en respectant presque les budgets et les calendriers (par ex., Chine et Émirats arabes unis). Outre ces récentes réussites, l'expérience de programmes nucléaires passés (France, Japon, Corée) a montré, chiffres à l'appui, que l'énergie nucléaire pouvait être produite à un coût maîtrisé si des conditions adéquates existaient.

En juin 2018, l'AEN a entamé une nouvelle étude pour évaluer les principales sources de réduction des coûts de la production nucléaire à l'avenir. Trois domaines de réduction des coûts seront examinés : la performance industrielle, les coûts de financement et les interactions avec les autorités de sûreté. Les politiques publiques, les cadres de marché et la numérisation pourraient prendre une part importante à la réduction des coûts des nouvelles constructions. Sur le long terme, l'étude analysera également les petits réacteurs modulaires et l'éventuelle harmonisation des régimes d'autorisation.



Contact :
Sama Bilbao y León
 Chef de la Division de l'économie et du développement des technologies nucléaires
 +33 (0)1 45 24 10 60
 sama.bilbaoyleon@oecd-nea.org



Forums coordonnés par le Secrétariat

Le Forum international génération IV (GIF)

Créé en 2001, le Forum international Génération IV (GIF) rassemble 13 pays - l'Afrique du Sud, l'Argentine, l'Australie, le Brésil, le Canada, la Chine, la Corée, les États-Unis, la France, le Japon, la Russie, la Suisse et le Royaume-Uni - ainsi qu'Euratom, qui représente les 28 pays membres de l'UE. Il sert à coordonner les activités de R-D sur les systèmes d'énergie nucléaire avancés. L'accord-cadre a été prorogé pour dix ans le 26 février 2015. Le Royaume-Uni, qui est l'un des membres fondateurs du GIF, mais n'avait pas encore ratifié l'accord-cadre et participait aux activités de R-D par l'intermédiaire d'Euratom, a déposé ses instruments de ratification le 17 octobre 2018. L'Argentine et le Brésil doivent encore adhérer à l'accord-cadre et ne participent pas aux activités de R-D au sein du GIF.

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). La mise à jour du programme de développement technologique GIF Technology Roadmap publié en 2014 a confirmé cette sélection. Les activités de recherche sur les systèmes RNR-G, RESC, RNR-Na et RTHT au sein du GIF sont organisées selon quatre arrangements-système, chacun étant mis en application sous la forme d'arrangements-projet (dix à la fin de 2018, couvrant des domaines tels que

sûreté et exploitation, combustible, matériaux, thermohydraulique, production d'hydrogène et intégration des systèmes et évaluation). En 2016, avec l'accord des signataires, ces quatre arrangements-système ont été prolongés pour une période supplémentaire de dix ans. Les activités de recherche concernant les systèmes RSF et RNR-Pb ne sont pas encore organisées en arrangements-système et arrangements-projet, et sont conduites conformément à des protocoles d'accord qui régissent les échanges d'informations entre signataires et observateurs. Toutefois, le Comité de direction provisoire du système RSF est convenu de s'organiser en arrangement-système et prépare actuellement son Plan de recherche système.

En 2018, le GIF a poursuivi ses travaux conformément à son objectif, qui consiste à 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. Initialement adoptés pour le système RNR-Na, ces critères et principes sont aujourd'hui adaptés pour d'autres systèmes. Le GIF 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 sur les activités nucléaires réglemen-

taires (CNRA) et du Comité sur la sûreté des installations nucléaires (CSNI) de l'AEN.

Par l'intermédiaire de son Groupe de travail sur l'éducation et la formation, le GIF a mis en place, depuis septembre 2016, des webinaires mensuels par l'intermédiaire desquels il porte son travail à la connaissance des étudiants et des chercheurs. Ces initiatives se sont poursuivies en 2017 et 2018, avec une participation élargie au-delà des membres du GIF pour inclure des universités et l'industrie. Ces webinaires sont disponibles sur le site web du GIF. Le GIF a également renoué des contacts avec l'industrie, à travers le retour d'expérience de son Comité consultatif industriel de haut niveau (Senior Industrial Advisory Panel – SIAP).

En octobre 2018, le GIF a organisé son 4^e colloque dans le cadre de la conférence intitulée "Atoms for the Future", qui attire de jeunes professionnels et chercheurs. Plus de 160 personnes ont assisté à ce colloque, plus de 90 communications ont été soumises et la moitié d'entre elles présentées lors de séances de discussion. Le colloque a été suivi par la 46^e réunion du Comité de direction, hébergée par l'AEN, durant laquelle le nouveau Président, M. Hideki Kamide, de l'Agence de l'énergie atomique du Japon (JAEA), a été élu. Il succédera à M. François Gauché, du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) de la France, le 1^{er} janvier 2019. Lors

Des représentants du ministère britannique des entreprises, de l'énergie et de la stratégie industrielle (UK BEIS) ont remis la ratification de l'accord-cadre à la directrice générale et aux responsables de l'AEN le 17 octobre 2018.



de cette réunion, la Turquie a également présenté une demande pour rejoindre le GIF. Cette offre sera évaluée dans les mois à venir, après de plus amples discussions techniques entre les membres du GIF et l'organisme de recherche scientifique et technique turc TÜBITAK.

L'AEN a continué 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. L'AEN assure également la gestion du site web et de l'extranet du GIF. Elle organise et accueille également une des deux réunions annuelles du Comité directeur, l'autre étant accueillie par l'un des pays membres du GIF (les États-Unis ont hébergé la réunion du Comité directeur de mai 2018). Le soutien de l'AEN au GIF est intégralement financé par des contributions volontaires en argent ou en nature de pays membres du GIF.

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

Le Cadre international de coopération sur l'énergie nucléaire compte 34 pays participants, 31 pays observateurs et 4 organisations internationales observatrices (Euratom, GIF, AIEA et AEN). Vingt-six des 33 pays membres de l'AEN sont membres de l'IFNEC.

En 2018, l'IFNEC a continué de travailler avec ses pays et organisations membres, sous la présidence de M. Julián Gadano, sous-secrétaire à l'énergie nucléaire de l'Argentine, mais il a également entretenu des liens avec des pays non membres qui s'intéressent à ses travaux. Plusieurs réunions ont eu lieu dont, en mai, celle du Comité de direction, ainsi qu'un atelier de deux jours organisé par le Groupe de travail sur le développement des infrastructures sur le thème des "nouveaux défis pour les autorités de sûreté". Cet atelier a permis de réunir des autorités de sûreté expérimentées pour débattre des difficultés posées par la délivrance d'autorisations pour les réacteurs avancés de génération III/III+, des autorités de sûretés de pays qui commencent à mettre en œuvre des programmes nucléaires ou qui ont délivré ou envisagent de délivrer des autorisations pour de petits réacteurs modulaires. Toutes ces réunions ont été hébergées par l'AEN.

Le Groupe ad hoc chargé des relations entre fournisseurs nucléaires et pays clients (NSCCEG) a publié les actes de la Conférence sur les questions relatives à la localisation et à la chaîne d'approvisionnement mondiale qui s'était déroulée en novembre 2017. Il a décidé de traiter du sujet de la culture de sûreté et de sécurité pendant la période 2018-2019. Une première réunion sur ce thème a été organisée conjointement avec le Groupe de travail sur le

développement des infrastructures en novembre 2018.

En septembre 2018, le Président et le Secrétariat de l'IFNEC ont organisé un événement en marge de la Conférence générale de l'AIEA à Vienne, qui a suscité un fort intérêt et a permis de promouvoir le travail de l'IFNEC.

L'activité la plus importante de l'année a consisté en l'organisation d'une conférence parrainée conjointement par l'IFNEC et l'initiative Nuclear Innovation Clean Energy Future (NICE Future). Cet événement, hébergé par le ministère de l'Économie, du Commerce et de l'Industrie du Japon (METI) les 13 et 14 novembre 2018, était intitulé "Défis et opportunités pour l'énergie nucléaire dans le cadre de la transition énergétique : innovations et actions pour l'avancement d'une énergie nucléaire propre". Il a attiré plus de 130 participants et a été suivi par la réunion du Comité exécutif de 2018, présidée par le Japon, durant laquelle la gouvernance révisée de l'IFNEC a été approuvée et une déclaration commune a été publiée. De nouveaux vice-présidents du Kenya, de la Russie et des États-Unis ont été élus à cette occasion. Ils apporteront leur appui au président actuel, M. Gadano, avec les vice-présidents de la Chine et du Japon.

Enfin, en décembre 2018, le Groupe de travail sur les services de combustible nucléaire fiables (RNFSWG) a organisé un atelier d'une journée sur le financement des centres de stockage multinationaux, pour tirer des enseignements de l'expérience des organisations ayant mis en place des centres de stockage nationaux et recueillir l'avis d'experts économiques et financiers.



Comité exécutif de l'IFNEC, Tokyo, 15 novembre 2018.

Sûreté et réglementation nucléaire

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 et des activités nucléaires et en contribuant à préserver et à enrichir la base de connaissances scientifiques et technologiques. Les agents collaborent étroitement avec le Comité sur la sûreté des installations nucléaires (CSNI) et le Comité sur les activités nucléaires réglementaires (CNRA) et leurs organes subsidiaires.

Sûreté nucléaire

Analyse et gestion des accidents

Le Groupe de travail de l'AEN sur l'analyse et la gestion des accidents (WGAMA) a poursuivi ses activités sur le comportement en cuve et hors cuve de 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 2018, le WGAMA a achevé trois rapports. Le premier est un rapport de situation sur la gestion à long terme des centrales nucléaires endommagées. Il met à profit les enseignements de Three Mile Island, Tchernobyl et Fukushima Daiichi pour mettre en évidence les difficultés rencontrées et les actions à mener après le retour des centrales à un état stable et sûr. Il propose une approche générale d'évaluation du risque et de priorisation des actions à mener pour la gestion à long terme d'une centrale après un accident grave. Deux autres rapports ont été publiés sur l'utilisation de la mécanique des fluides numérique (MFN) pour la sûreté nucléaire. L'un se concentre sur les critères applicables aux expériences de mécanique des fluides numérique, éléments clés pour la validation des codes de MFN aux fins d'application dans le domaine de la sûreté. L'autre est une mise à jour d'un rapport du CSNI qui compile les données disponibles sur les écoulements biphasiques (par ex. eau bouillante et vapeur). Enfin, le septième atelier sur la MFN appliquée à la sûreté des réacteurs nucléaires a eu lieu à Shanghai en septembre 2018. Il a attiré 120 participants de 13 pays et couvert des thèmes tels que les écoulements biphasiques, la mesure en haute résolution, la quantification des incertitudes

Faits marquants

- En janvier 2018 s'est tenue la première réunion du nouveau projet commun international de recherche de l'AEN intitulé Étude préparatoire à l'analyse des débris de combustible (PreADES) ; il s'agit d'un des deux projets à court terme recommandés dans le rapport *Safety Research Opportunities Post-Fukushima – Initial Report of the Senior Expert Group*, publié en 2017.
- Plusieurs conférences ou ateliers internationaux ont eu lieu en 2018. En matière d'inspection, un atelier a été consacré à la place tenue par les aspects humains et organisationnels dans les examens de sûreté et aux méthodes d'examen des programmes correctifs des titulaires d'autorisation. S'agissant des évaluations probabilistes de sûreté (EPS), des ateliers ont été organisés sur l'état d'avancement des EPS à l'échelle du site (par opposition au seul réacteur) et sur l'utilisation des informations issues des bases de données de l'AEN dans les EPS ;
- En novembre 2018, un atelier conjoint parrainé par le CNRA et le MDEP consacré à la gestion de la chaîne d'approvisionnement a attiré plus de 100 participants de 16 pays. Cet atelier de deux jours avait pour but de mettre en évidence les risques émergents, les pratiques réglementaires communes, les leçons tirées de l'expérience, de formuler des recommandations pour réduire les risques et promouvoir la culture de sûreté dans la chaîne d'approvisionnement. Le temps fort de cet événement a été la discussion consacrée à l'examen des activités réglementaires internationales et aux possibilités de renforcer les dispositifs de supervision de la chaîne d'approvisionnement nucléaire ;
- Dans le cadre du MDEP, des étapes importantes ont été franchies avec la réalisation des essais sur tête de série de réacteur (FPOT) d'un EPR et d'un AP1000 en Chine. Ces essais permettent aux autorités de sûreté participant au MDEP de démontrer l'utilité des positions communes pour collaborer efficacement et partager des informations sur les résultats des essais de mise en service qui pourront ensuite être réutilisés pour d'autres tranches équipées d'EPR ou d'AP1000 dans d'autres pays.

et les applications aux réacteurs et au confinement. La question de l'utilisation de la MFN dans le cadre de la délivrance d'autorisations a également été abordée.

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 son activité sur l'intégrité, le vieillissement et le comportement sismique des composants métalliques et des structures en béton.

Deux rapports ont été achevés en 2018. Le premier concerne le comportement sismique de sites de centrales nucléaires en exploitation et a été finalisé sur la base des recommandations des ateliers de l'AEN sur ce sujet. Il fait la synthèse d'une comparaison des résultats d'analyses probabilistes des risques sismiques réalisées dans des régions à forte sismicité et des régions à faible sismicité.

Le second rapport est une synthèse des résultats de deux études comparatives concernant des centrales équipées de réacteurs à eau sous pression et à eau bouillante. Ces études évaluent, à l'aide de méthodes d'analyse mécanique des structures conçues pour l'évaluation de l'intégrité des composants métalliques, le comportement de certains composants et structures dans des conditions de charge correspondant à un accident grave.

Évaluation des risques

Le principal objectif du Groupe de travail de l'AEN sur l'évaluation des risques (WGRISK) est de progresser dans la compréhension et l'utilisation des EPS pour fonder des décisions en matière de sûreté nucléaire dans les pays membres. En 2018, des rapports ont proposé une mise à jour concernant l'usage et le développement des EPS dans les pays membres, ainsi qu'une mise à jour de l'avis technique sur les EPS relatives aux incendies. Le WGRISK concentre son activité sur l'utilisation des analyses de la fiabilité humaine dans les événements EPS externes, les progrès de l'application des EPS au niveau du site, une mise à jour sur l'utilisation générale et le développement des EPS dans les pays membres, des mises à jour sur les avis techniques concernant les EPS sur les séismes et les démarches de modélisation du comportement du contrôle-commande dans le cadre des EPS et sur l'utilisation d'informations tirées des bases de données de l'AEN dans les EPS.

Sûreté du combustible

En 2018, le Groupe de travail de l'AEN sur la sûreté du combustible (WGFS) s'est focalisé sur cinq activités. Premièrement, l'approbation par le CSNI du rapport intitulé *Pellet-Cladding Interaction (PCI) in Water-Cooled Reactors*. Deuxièmement, la mise à jour d'un état de l'art sur le comportement du combustible dans des conditions de perte de réfrigérant publié en 2009 ; la mise à jour avait été commencée en 2017. Troisièmement, le lancement d'une mise à jour d'un état de l'art sur le comportement du combustible en cas d'accident de réactivité publié en 2010. Quatrièmement, le lancement de la phase 3 du benchmarking des codes de combustible en conditions d'accident de réactivité sur la base d'une expérience bien connue d'accident de réactivité ; cette activité conduira le groupe à enquêter sur les sensibilités et à tirer des conclusions des trois phases du benchmarking. Enfin, le WGFS a commencé une nouvelle activité sur les combustibles plus résistants en conditions accidentelles dont l'objectif principal est de voir comment les critères de sûreté existants concernant les combustibles à l'oxyde d'uranium dans des gaines en alliage de zirconium (examinés dans un rapport du WGFS publié en 2012) peuvent s'appliquer aux technologies du combustible plus récentes.

Sûreté du cycle du combustible

Le Groupe de travail de l'AEN sur la sûreté du cycle du combustible (WGFC) rassemble des spécialistes de la réglementation et de l'industrie pour traiter d'un large éventail de thèmes, dont les évaluations de sûreté, la sûreté-criticité nucléaire, les EPS, la gestion de la sûreté, le démantèle-

ment, le réaménagement de sites, les risques chimiques, les facteurs humains et la protection incendie. Il suit et examine périodiquement les travaux du système d'analyse et de notification des incidents relatifs au cycle du combustible (FINAS), commun à l'AIEA et à l'AEN. Il s'agit du seul système international qui fournisse aux autorités de sûreté et aux organes gouvernementaux des informations sur les enseignements tirés des événements significatifs du point de vue de la sûreté qui se sont produits dans des installations du cycle du combustible.

En 2018, le groupe a finalisé les actes d'un atelier international tenu à Boulogne-Billancourt en avril 2018, consacré aux risques chimiques dans les installations du cycle du combustible et de traitement de matières nucléaires. Les conclusions insistent sur l'importance de la prise en compte des rejets radiologiques et chimiques de toutes les installations d'un même site dans les analyses de sûreté et les procédures d'urgence. Elles soulignent également la nécessité d'un processus efficace d'évaluation des enseignements tirés des cas de rejets chimiques et d'une coopération appropriée entre les autorités nationales pour mettre en œuvre une démarche de sûreté graduée et appropriée.

Événements externes

Le Groupe de travail de l'AEN sur les événements externes (WGEV) travaille à l'amélioration de la compréhension et du traitement des risques externes pour soutenir la performance en matière de sûreté des installations nucléaires et renforcer l'efficacité des pratiques réglementaires. En 2018, les actes de l'atelier intitulé *Riverine Flooding : Hazard Assessment and Protection of Nuclear Installations* tenu en mars 2018 ont été approuvés. Un rapport technique intitulé *Examination of Approaches for Screening External Hazards* a été finalisé.

Le WGEV se consacre à : mieux comprendre les concepts utilisés pour établir des mesures de protection effectives contre les risques d'inondation et parvenir à une compréhension commune de la terminologie utilisée pour en discuter. La seconde activité facilitera un exercice de comparaison centré sur l'analyse technique quantitative utilisée pour déterminer la fréquence du risque et sa magnitude lors de l'évaluation des risques d'événements externes. Le rapport technique mettra en évidence des pratiques de modélisation recommandées pour quantifier les événements externes.

Robustesse des systèmes électriques

Le Groupe de travail de l'AEN sur les systèmes électriques de puissance (WGELEC) collabore pour améliorer la robustesse des systèmes électriques, améliorer l'analyse de leurs performances et traiter les questions de sûreté qui y sont associées. En 2018, il a produit des rapports sur la comparaison des méthodes de simulation des systèmes électriques et sur l'identification précoce des mécanismes de défaillance électrique qui ont un effet sur la sûreté nucléaire. Ses activités se concentrent actuellement sur l'identification de bonnes pratiques pour améliorer la robustesse des systèmes électriques de puissance en cas de déviation par rapport aux conditions normales d'utilisation ainsi que sur l'établissement de mesures contre la dégradation accélérée des batteries et leur défaillance, qui affectent la sûreté des installations nucléaires. Une activité supplémentaire a été commencée en 2018 sur les nouveaux dispositifs de remplacement ou de modernisation des équipements électriques et les nouvelles constructions. Dans ce cadre, le groupe prépare un atelier technique sur les équipements électriques qui sera hébergé conjointement par l'AIEA à Vienne en décembre 2019.



Salle de contrôle.
EDF, France

Réglementation des installations nucléaires

L'AEN continue d'échanger des informations sur la sûreté et la réglementation des installations nucléaires, en se concentrant avant tout sur les réacteurs de puissance existants et les autres installations nucléaires. Son objectif est de mieux comprendre les exigences réglementaires nationales et d'harmoniser la réglementation.

L'AEN a organisé en novembre 2018 un atelier pour partager les expériences en matière de gestion de la qualité de la chaîne d'approvisionnement et formuler des recommandations pour aborder les problèmes éventuels. Cela a permis de mettre en lumière les risques émergents et de recommander des mesures pour améliorer les dispositifs de supervision de la gestion de la chaîne d'approvisionnement, notamment le besoin d'outils réglementaires, d'évaluations et de recommandations internationales supplémentaires.

Le Groupe de travail sur les réacteurs à eau bouillante (WPBWR), nouvellement créé sous l'égide du CNRA, s'est réuni deux fois en 2018. Il fait office de forum sur la réglementation pour discuter des réacteurs à eau bouillante et des questions spécifiques associées aux réacteurs avancés de ce type. Il mènera une réflexion pendant un an ou deux pour déterminer le type de questions dont il serait intéressant de débattre sous la tutelle d'un groupe des régulateurs de réacteurs à eau bouillante, puis suggérera un mandat, un programme de travail et les arrangements institutionnels qui conviendraient à un groupe plus durable.

En 2018, le nouveau Groupe sur les codes et normes (WGCS) du CNRA a été transféré depuis le MDEP et s'est réuni en décembre pour la première fois. Il concentre ses travaux sur la coopération internationale, la convergence

et la compatibilité des codes et normes, ainsi que sur les exigences réglementaires relatives aux composants résistants à la pression, à la fois pour les centrales existantes et à venir.

Le CNRA a pris note de l'intérêt de certains pays membres pour des initiatives concernant les SMR. Il va commencer par examiner l'état des activités internationales concernant les SMR avant de décider si des travaux complémentaires doivent être engagés sous l'égide d'un groupe de travail approprié.

Pratiques d'inspection

En avril 2018, le Groupe de travail de l'AEN sur les pratiques en matière d'inspection (WGIP) a organisé un atelier international à Heidelberg, en Allemagne, pour traiter de trois thèmes : i) le rôle de l'inspecteur dans l'évaluation, par l'autorité de sûreté, des aspects humains et organisationnels de l'organisation du titulaire d'autorisation ; ii) l'inspection du programme correctif du titulaire d'autorisation ; iii) l'inspection de la base de conception. Les actes de cet atelier ont été approuvés lors de la réunion du CNRA de décembre 2018 et seront publiés au début de 2019.

Le WGIP a coordonné les inspections réalisées au Canada avec la participation de l'Espagne, de la France, de la Hongrie et de la Slovénie dans le cadre de l'analyse comparative des pratiques d'inspection qu'il réalise. En observant la façon dont d'autres pays planifient et réalisent les inspections, ainsi que les mesures qu'ils prennent pour faire appliquer la réglementation, les pays membres contribuent à l'amélioration générale des techniques d'inspection. Le

WGIP a également commencé la préparation du prochain exercice de comparaison, qui aura lieu en Belgique en 2019.

Le WGIP poursuit la préparation, avec le WGDIC, d'un atelier qui aura lieu en juin 2019 au Canada et visera à identifier de bonnes pratiques d'inspection des logiciels et appareils de contrôle-commande numérique.

Expérience d'exploitation

Le Groupe de travail de l'AEN sur l'expérience acquise en cours d'exploitation (WGOE) a poursuivi ses échanges sur les tendances et les enseignements tirés des événements qui se sont produits à l'échelon national. Il a approuvé les actes d'un atelier international tenu en 2017 à Madrid, en Espagne, sur les meilleures pratiques réglementaires en matière d'utilisation de bases de données sur l'expérience d'exploitation. Les actes ont été approuvés par le CNRA lors de sa réunion de décembre 2018 et seront publiés au début de 2019.

En août 2018, le WGOE a publié un rapport sur les accidents dus à des charges lourdes dans les installations nucléaires. Ce rapport compare la réglementation de plusieurs pays, passe en revue plus de 100 événements et tire des enseignements de l'expérience d'exploitation à ce jour.

Le WGOE a continué d'examiner les événements enregistrés dans le système international de notification des incidents (IRS) concernant l'expérience d'exploitation. Ce système commun à l'AIEA et à l'AEN est le seul dispositif international qui fournisse aux autorités de sûreté des informations concernant des événements qui se sont déroulés dans des centrales nucléaires et sont significatifs du point de vue de la sûreté. Il a commencé à rédiger le document de référence intitulé *Nuclear Power Plant Operating Experience from the IAEA/NEA Incident Reporting System* (le "Livre bleu"), qui couvre 240 événements qui se sont produits entre 2015 et 2017. Cette édition du livre bleu devrait être publiée en 2019.

Le WGOE a également mis à jour les guides et les modèles utilisés pour identifier et partager entre membres des informations concernant les cas de non-conformité, de fraude ou de suspicion (NCFS). Le groupe publiera au début de 2018 un rapport sur le retour d'expérience, les exigences réglementaires et les enseignements concernant plus de 100 événements de manutention de charges lourdes examinés par le groupe de travail en 2017.

Réglementation des nouveaux réacteurs

Le Groupe de travail de l'AEN sur la réglementation des nouveaux réacteurs (WGRNR) concentre ses travaux sur les activités réglementaires en matière de choix du site, de délivrance d'autorisations et de contrôle des nouvelles centrales nucléaires. En 2018, le groupe a produit les actes de deux ateliers intitulés *Nuclear Regulatory Organizations' Oversight of New Licensee Organisational Capability et Regulatory Oversight of the Commissioning Phase for New Nuclear Reactors*. Il a également achevé la révision du rapport sur les systèmes passifs intitulé *Report on the Survey of the Regulatory Practice to Assess Passive Safety Systems used in New Nuclear Plant Designs*. Le WGRNR travaille actuellement à la migration de la base de données sur l'expérience de construction (ConEx) vers la base de données IRS de l'AIEA.

Sûreté des réacteurs avancés

Le Groupe de travail sur la sûreté des réacteurs avancés (WGSAR), établi en 2018 comme groupe de travail permanent sous l'égide du CNRA, réfléchit aux enjeux réglementaires d'une sélection de conceptions de réacteurs avancés et identifie notamment les besoins de recherche en sûreté. Il concentre son travail sur la prévention et les mesures d'atténuation des accidents graves, la neutronique et la sûreté-criticité, ainsi que les codes analytiques et la qualification des combustibles pour les réacteurs rapides refroidis au sodium. Il a terminé le rapport technique sur la prévention et les mesures d'atténuation des accidents graves en juin 2018, ainsi que deux rapports, l'un sur la neutronique et la sûreté-criticité et l'autre sur la qualification des combustibles, qui ont été approuvés en décembre 2018. Le dernier rapport sera achevé en 2019. Le WGSAR a lancé deux nouvelles activités en 2018. La première concerne les aspects réglementaires de la qualification des combustibles pour les réacteurs avancés. Elle consistera à déterminer des critères de sûreté et à mettre en évidence les recherches supplémentaires nécessaires pour appuyer les examens de sûreté des autorités de sûreté. La seconde aura pour objet d'identifier les attentes réglementaires concernant le développement, la validation et l'utilisation des codes et méthodes, ainsi que les besoins de recherche pour appuyer les évaluations de réacteurs avancés par les autorités de sûreté. Les membres du WGSAR poursuivent leurs interactions avec le Forum international Génération IV (GIF). En octobre 2018, ils ont proposé de se pencher ensemble sur les approches fondées sur le risque pour la sélection d'événements et le classement des composants.

Systèmes de contrôle-commande numériques

Le Groupe de travail de l'AEN sur l'instrumentation numérique et le contrôle-commande (WGDIC) traite des questions réglementaires associées à l'utilisation des technologies numériques dans les installations nucléaires existantes et nouvelles. Il publie des positions de consensus relatives aux défis techniques actuels et émergents relatifs aux systèmes de contrôle-commande numériques. Il poursuit ainsi les travaux effectués auparavant dans le cadre du MDEP.

En 2018, il a mis à jour le consensus relatif à l'indépendance de la communication de données et a commencé à examiner la position concernant l'incidence des fonctions de cybersécurité sur les systèmes de contrôle-commande numériques pour déterminer s'il convient de la réviser. Le WGDIC a également terminé la rédaction d'une nouvelle position de consensus sur la qualification des plateformes de contrôle-commande utilisées dans les systèmes importants pour la sûreté.



Contact :

Luc Chaniel

Chef par intérim de la Division des technologies et de la réglementation de la sûreté nucléaire

+33 (0)1 45 24 10 55

luc.chaniel@oecd-nea.org

Projets communs

► 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 était le plus ancien des projets communs de l'AEN. Il a mobilisé 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 a consisté, pour l'essentiel, à réaliser des expériences, des prototypes de produits et des analyses sur le site de Halden (Norvège). Environ 130 organismes de 20 pays ont concouru à son exécution, qui a bénéficié d'une organisation stable et éprouvée ainsi que d'une infrastructure technique fortement transformée au fil des ans. Les objectifs ont régulièrement été adaptés aux besoins des utilisateurs.

À Halden, des essais ont été réalisés en continu sur des combustibles à haut taux de combustion en conditions d'accident de perte de réfrigérant primaire (APRP), jusqu'à la mise à l'arrêt définitive du réacteur en 2018. C'était le seul endroit au monde où des essais concernant ce type d'accident étaient effectués en pile ; ils venaient compléter les recherches menées en laboratoire, principalement au Japon et aux États-Unis.

Le projet a permis d'étudier l'irradiation prolongée de combustibles nucléaires standards 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 sont poursuivis jusqu'à récemment, 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 de ces matériaux. Le projet Halden a également contribué à la recherche internationale sur les technologies de 4^e génération, dans le domaine du développement et des essais sur les matériaux.

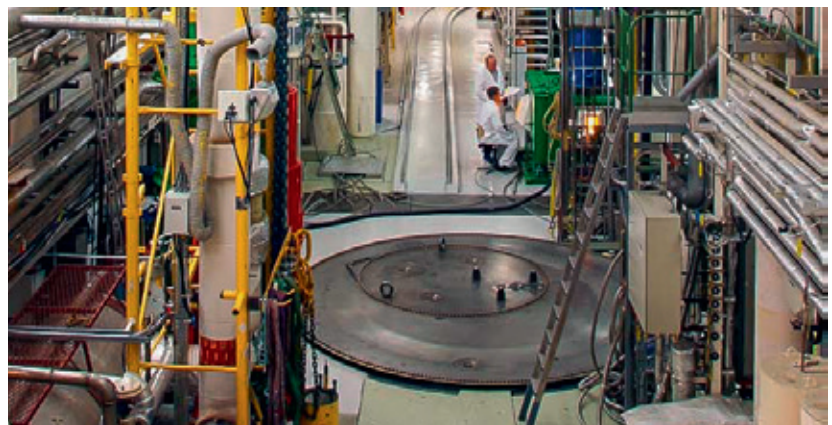
S'agissant des facteurs humains, le programme a essentiellement porté sur des expériences réalisées dans le Laboratoire d'étude de l'interface homme-machine de Halden, le dépouillement des données correspondantes, l'étude des nouvelles conceptions de postes de commande, l'évaluation des interfaces homme-système, l'optimisation des procédés et l'instrumentation, de même que l'étude des systèmes de contrôle-commande numérique. Les expériences ont eu lieu, notamment, dans le laboratoire de réalité virtuelle de Halden. Les connaissances progressent également dans le

domaine de l'évaluation probabiliste du facteur humain (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.

La phase trisannuelle 2018-2020 avait commencé quand, à la fin du mois de juin 2018, l'Institut norvégien des technologies de l'énergie a décidé de mettre fin à l'exploitation du réacteur de Halden, en raison de difficultés techniques et financières. Dans la mesure où le programme de travail sur les combustibles et les matériaux devait se poursuivre avec des travaux sur la sûreté du combustible et les marges d'exploitation, ainsi que sur le vieillissement et la dégradation des installations, l'accord est en cours de révision pour prendre en compte la mise à l'arrêt définitive du réacteur. Le programme sur l'humain, la technologie et l'organisation s'est poursuivi avec des recherches sur les facteurs humains, le contrôle commande numérique, la maintenance, la mise à l'arrêt et le démantèlement.

Vue du hall du réacteur Halden.

IFE, Norvège





L'installation ATLAS.

KAERI, Corée

Projet ATLAS

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

La phase 2 du projet ATLAS porte sur des domaines choisis par les participants, notamment parce qu'ils sont intimement liés à la sûreté des centrales nucléaires actuelles et futures. Les domaines suivants seront étudiés :

- refroidissement passif du cœur par ajout d'eau borée en cas de perte totale des alimentations électriques, et APRP causés par une petite brèche ;
- APRP dus à une brèche intermédiaire, avec détermination des tailles de brèches fondée sur le risque ;
- scénarios de défaillances multiples, comme une rupture d'une conduite de vapeur suivie d'une rupture d'une conduite de générateur de vapeur, et capacité de refroidissement du cœur sans système de refroidissement du réacteur à l'arrêt.
- 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 programme expérimental a pour objectif la création d'une base de données d'expériences intégrales qui sera utilisée pour valider les capacités prédictives des codes de calcul et l'exactitude des modélisations. Ce programme, et les analyses qui l'accompagnent, contribuera à la création d'un groupe de pays membres de l'AEN qui ont en commun la nécessité de préserver et d'améliorer les compétences techniques en thermohydraulique

pour évaluer la sûreté des réacteurs nucléaires.

Le programme expérimental a été conçu pour permettre des essais ouverts sur des APRP dus à une petite brèche avec perte totale des systèmes d'injection à haute pression. En novembre 2018, un atelier analytique a eu lieu conjointement avec le projet PKL-4 ; il est décrit plus en détail dans la partie concernant ce projet-là.

La phase 2 du projet ATLAS court d'octobre 2017 à septembre 2020. Elle bénéficie de l'appui des autorités de sûreté et de l'industrie des pays suivants : Allemagne, Belgique, Chine, Corée, Émirats arabes unis, Espagne, États-Unis, France, République tchèque et Suisse.

BIP

Le projet sur le comportement de l'iode (BIP) est exécuté dans les installations de Canadian Nuclear Laboratories (CNL, antérieurement EACL) avec le concours de 13 pays membres. Il a démarré en septembre 2007. La phase 1 s'est achevée en 2011, et la phase 2 en 2015.

Un projet triennal intitulé BIP-3, soutenu par 11 pays, a été lancé en janvier 2016 en vue de répondre à une partie des questions soulevées par BIP-1 et BIP-2, qui avaient été consacrés à l'étude des interactions entre l'iode et la peinture (notamment l'absorption de l'iode par la peinture et la production et la libération d'iodures organiques en phase d'irradiation). Si les surfaces peintes constituent un très important puits à iode dans le cadre du confinement, elles représentent également une voie de conversion de l'iode moléculaire en iode organique, qui se laisse moins facilement capturer avec les méthodes conventionnelles de filtration de l'iode (charbons, séparateurs par voie humide). Les objectifs techniques du BIP-3 sont les suivants :

- réaliser des expériences qui répondront aux questions en suspens et améliorer les simulations des résultats de BIP et du projet d'Évaluation et de mitigation du terme source (Source Term Evaluation and Mitigation – STEM), notamment en accroissant la capacité de simulation de l'absorption et de la désorption de l'iode sur les surfaces de confinement ; prédire le comportement de l'iode organique (formation et dégradation) dans des conditions accidentelles ; et étudier les effets du vieillissement des peintures sur ces processus ;
- approfondir l'étude des effets des contaminants (protoxyde d'azote ; chlore et autres contaminants potentiels) ;
- partager des stratégies de simulation impliquant tous les partenaires, en comparant les codes de calcul, par exemple.

Des progrès très importants ont été accomplis en 2018 dans le programme d'expériences concernant l'absorption et la désorption de l'iode et la formation d'iodure de méthyle. Les essais réalisés ont fourni des informations sur les effets de l'irradiation sur la dégradation du méthane et sur les effets du vieillissement des peintures et de l'épaisseur de la couche de peinture sur les dépôts d'iode. En outre, il est ressorti des dernières expériences et calibrations qu'il était nécessaire d'utiliser un nouveau véhicule en verre pour réaliser les essais restants.

BSAF

Le projet d'étude comparative de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi (BSAF) a été lancé en 2012 par huit pays membres de l'AEN 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 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 à améliorer les méthodes et les codes de modélisation de ces comportements.

Cet exercice de comparaison de l'AEN se déroule en plusieurs phases. La première d'entre elles, achevée en 2015, a été consacrée à 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 intégraux des accidents graves, sur une période d'environ six jours à compter de la survenue du séisme. Cette phase a aussi donné lieu à 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 – notamment le comportement des débris et l'interaction entre les débris fondus et le béton. La phase 2 du projet BSAF a commencé en 2015, 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 les rejets sur le site et au-delà. La 6^e réunion de la Phase 2 s'est tenue en janvier 2018 à l'AEN. Y ont été partagées les dernières estimations relatives à l'état de la centrale et les dernières observations concernant les réacteurs endommagés de Fukushima Daiichi. Les participants ont débattu des résultats de leurs calculs et de la coopération avec d'autres acti-

Photos de la piscine du réacteur montrant les caractéristiques de l'effet Cherenkov selon la puissance du cœur. IRSN, France



tivités de recherche post-Fukushima menées par l'AEN. Le projet de rapport est sur le point d'être adopté et un rapport de synthèse sera publié en 2019.

CIP

Le projet international Cabri (CIP) vise à étudier la capacité des combustibles à haut taux de combustion des réacteurs à eau pressurisée (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 projet est dirigé et géré par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), et son volet expérimental est exécuté dans le réacteur Cabri, qui appartient au Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) situé à Cadarache (France). L'installation est exploitée par le CEA et financée par l'IRSN.

Les essais Cabri sont complétés par des essais sur des accidents de radioactivité réalisés au Japon, à titre de contribution en nature, par l'Agence de l'énergie atomique du Japon (JAEA) avec du combustible pour REB et REP et avec circulation de réfrigérant froid et chaud.

En octobre 2015, après 13 années de travaux de rénovation de grande ampleur financés par l'IRSN, le réacteur d'expérimentation Cabri a atteint la criticité à faible puissance. Les essais à faible puissance menés d'octobre 2015 à juin 2016 ont permis une caractérisation complète du cœur. La qualification du matériel expérimental a été réalisée en 2015-2016 et a porté en particulier sur le poste d'imagerie,

l'appareil de mesure par spectroscopie, et l'hodoscope. La qualification de la boucle à eau sous pression a également été conduite à 280 °C et 155 bars. L'exploitation à forte puissance (23 MW) a débuté au cours du dernier trimestre de 2016. Cet essai s'inscrivait dans les essais de mise en service qui se sont poursuivis au premier trimestre de 2017, avec des transitoires de puissance atteignant 20 GW. Les essais de la phase finale concernant les transitoires de puissance dus à une injection de réactivité se sont achevés en 2017 et ont compris soixante-six transitoires de puissance de durées et de magnitudes différentes. À la fin du mois de mai 2017, Cabri a présenté à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) une demande d'autorisation pour réaliser le premier essai dans la boucle à eau, qui a eu lieu en avril 2018. Ce premier essai a été réalisé avec un crayon d'essai de combustible MOX avec un gainage en Zr-4 et un taux de combustion de 47 GWj/t. Les analyses de ces essais progressent très rapidement.

À la fin de 2017 a été engagée la procédure officielle d'obtention du consentement écrit de chacun des partenaires en faveur d'une prolongation du projet pour trois ans, jusqu'en mars 2021.

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 (*high energy arcing faults* – HEAF). 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 HEAF vise à conduire des expériences minutieusement conçues afin d'obtenir des données scientifiques sur les feux induits par des arcs électriques. La phase 1 du projet s'est achevée en 2016, et un rapport décrivant tous les



La cuve sous pression du réacteur PANDA.
Institut Paul Scherrer, Suisse

essais et les données générées a été rédigé. Ce rapport recommande des essais dans d'autres domaines.

En février 2017, un exercice PIRT (tableau international de classement et d'identification des phénomènes) a été réalisé pour identifier les phénomènes les plus importants et pour lesquels les connaissances concernant les arcs électriques sont les plus faibles. Cet exercice a identifié, à titre provisoire, l'oxydation de l'aluminium, les effets de pression, les caractéristiques des structures cibles et des facteurs de mitigation (par ex. les boucliers contre les arcs électriques) comme des domaines d'intérêt pour la phase 2 du projet HEAF. Les discussions avec les représentants de 9 pays pour lancer la deuxième phase du projet, qui doit commencer à la fin de 2018 sont presque terminées. Une réunion inaugurale s'est tenue en novembre 2018.

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 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 para-

mètres 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 d'essais intégraux PANDA et de l'installation française d'étude de la thermohydraulique du cœur 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.

La première phase du projet HYMERES a été achevée à la fin de 2016. En juillet 2017, la deuxième phase a commencé, et une première réunion a été tenue en octobre 2017. Au total, onze pays – Allemagne, Chine, Corée, États-Unis, Espagne, Finlande, Japon, République tchèque, Russie, Suède et Suisse – continuent leurs recherches communes pour améliorer et valider les codes de sûreté servant à simuler les conditions dans les enceintes de confinement dans des scénarios accidentels.

Pendant la phase 2 du projet, les conditions thermohydrauliques post-accidentelles dans les enceintes de confinement sont étudiées au moyen d'expériences réalisées en Suisse dans l'installation PANDA. Le programme de travail se concentre sur quatre thèmes principaux : obstructions ayant des conséquences sur le flux et structures internes de confinement, transfert thermique rayonnant, piscine de suppression de pression, et systèmes REB et réalisation des opérations relatives à la sûreté. Les membres du projet préparent un exercice de benchmark sur la base de l'expérience PANDA.

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). Le projet est pour l'instant interrompu. Un calendrier provisoire prévoit un possible redémarrage du réacteur au cours de l'exercice budgétaire 2019 du Japon. Les expériences doivent être menées par la JAEA dans son réacteur expérimental à haute température (HTTR), à Oarai (Japon).

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.

En 2018, une réunion a eu lieu pour faire le point sur les préparatifs de redémarrage du HTTR et débattre des mesures à prendre pour réinstaurer le comité de direction du projet et du groupe d'examen du programme.

L'installation PKL vue du dessus, Allemagne.
ORANO (AREVA), France

Projet PKL

Le programme d'essais PKL-4 porte sur les questions de sûreté relatives aux REP actuels ou de conception nouvelle et est axé sur les mécanismes complexes d'échange thermique dans des conditions d'écoulement diphasique, les processus de dilution et de précipitation du bore et les procédures de refroidissement. Ces questions sont étudiées au moyen d'expériences de thermohydraulique qui seront réalisées dans l'installation de Primärkreislauf PKL (boucle d'essai sur le réfrigérant primaire). L'installation située à Erlangen (Allemagne) est détenue et exploitée par Framatome. Areva NP y a mené pendant plusieurs années des expériences sur la thermohydraulique des réacteurs, dont certaines ont été réalisées dans le cadre du Groupe d'experts sur la recherche en sûreté (SESAR) du CSNI, du projet thermohydraulique (SETH) (2001-2003), du projet PKL-1 (2004-2007), du projet PKL-2 (2008-2011) et du projet PKL-3 (2012-2016), qui comprenait des essais réalisés sur l'installation PMK¹ de Budapest, en Hongrie, sur l'installation PACTEL² de Lappeenranta, en Finlande et dans l'installation ROCOM³ à Dresden-Rossendorf, en Allemagne.

Le programme actuel prévoit également la réalisation d'essais dans les installations PMK et PACTEL. Le projet PKL-4 a débuté le 1^{er} juillet 2016 et se terminera le 30 juin 2020. Il se concentrera sur les études paramétriques des procédures thermohydrauliques pour le développement et la validation de codes de calcul des systèmes thermohydrauliques et la vérification expérimentale des procédures de refroidissement et des modes d'exploitation pour différents incidents et accidents.

La première catégorie d'essais concerne des domaines de la sûreté actuels pour lesquels il manque une base de données dédiée pour l'analyse et la validation des codes de calcul, ou



pour lesquels l'évaluation de la sûreté souffre d'incertitudes du fait de questions restées sans réponses. Le but premier des expériences de la première catégorie est d'inclure les bases de données existantes sur ces sujets. La seconde catégorie d'expériences contient surtout des essais de transitoires, soit sur des sujets déjà étudiés lors des précédents projets OCDE/PKL en réponse à des questions auxquelles on ne pouvait apporter de réponse définitive, soit sur des sujets qui alimentent le débat international sur la sûreté des REP. Dans le cadre du programme, il est également envisagé de réaliser des essais complémentaires sur les installations PMK et PWR PACTEL. Dans le cadre du projet, un exercice de comparaison est mené : il consiste à comparer des calculs aveugles, puis, si possible, ouverts, avec une des expériences menées. L'expérience choisie concernera un APRP dû à une petite brèche dans la partie supérieure de la cuve sous pression. Ce scénario a été délibérément choisi parce qu'il pourra être comparé à un essai réalisé précédemment sur l'installation expérimentale à grande échelle située au Japon. En raison des différences physiques entre les deux installations, il sera possible d'étudier les problèmes liés à l'extrapolation et aux distorsions. Les spécifications de l'essai PKL seront déterminées spécialement à cette intention.

Le projet PKL-4 concerne la période juillet 2016 - juin 2020 et est soutenu par des organismes de sûreté, des laboratoires de recherche et l'industrie des 14 pays suivants : Allemagne, Belgique, Chine, Corée, Espagne, États-Unis, Finlande, France, Hongrie, Japon, République tchèque, Russie, Suède et

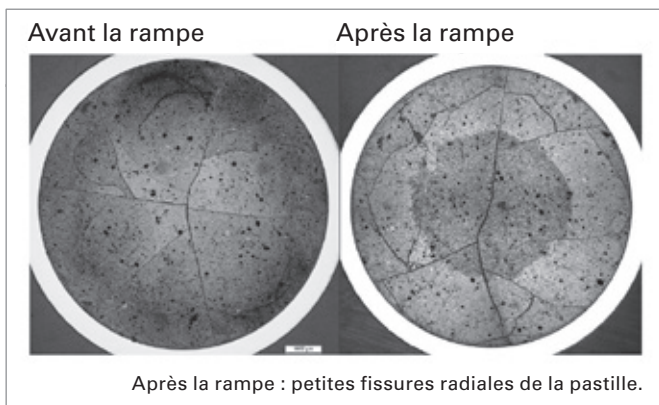
Suisse. En novembre 2018, un atelier analytique a été organisé en commun avec le projet ATLAS à Barcelone. Il a permis de discuter dans le détail des analyses (pré et post-essai) relatives à plusieurs essais réalisés dans le cadre de ces projets. Le benchmark de PKL a également été discuté en détail.

Projet PRAEDES

L'étude préparatoire à l'analyse des débris de combustible (PreADES) est l'un des deux projets à court terme recommandés par le Groupe d'experts sur les opportunités de recherche en sûreté post-Fukushima (SAREF). Les objectifs principaux de PreADES sont de recueillir des informations en vue d'améliorer les connaissances et les méthodes de caractérisation des débris de combustible qui permettront de réaliser des analyses d'échantillons de débris de combustible des tranches 1 à 3 de Fukushima Daiichi, d'identifier les besoins pour les analyses de débris de combustible qui contribueront au démantèlement de la centrale de Fukushima Daiichi et à l'approfondissement des connaissances sur les accidents graves, et de préparer un futur cadre international de R-D sur l'analyse des débris de combustible.

À la suite de la réunion préliminaire qui s'est tenue en juillet 2017 à Fukushima, la réunion inaugurale du projet PreADES a eu lieu en janvier 2018 à l'AEN, de manière à discuter en détail du programme de travail proposé par la JAEA, qui est l'agent d'exécution du projet. La deuxième réunion a eu lieu à Tokyo en juillet 2018. L'équipe du projet a organisé un atelier d'une journée consacré à l'état d'avancement du

1. PMK est une installation expérimentale du Centre de recherche sur l'énergie de l'Académie des sciences de Hongrie, à Budapest, en Hongrie. Il s'agit d'un modèle réduit à pleine pression du circuit primaire et d'une partie du circuit secondaire de la centrale de PAKS, qui est équipée de réacteurs de type VVER-440/213.
2. PACTEL is a test facility designed to model the thermal-hydraulic behaviours of VVER-440 pressurised water reactors.
3. L'installation ROCOM (Rossendorf Coolant Mixing Model) a été construite pour étudier le mélange de réfrigérant dans la cuve sous pression des réacteurs à eau pressurisée (REP). ROCOM est un modèle à l'échelle 1:5 du REP KONVOI.



SCIP.

démantèlement de Fukushima Daiichi et à des projets post-Fukushima de l'AEN pertinents. Cet atelier a attiré des experts impliqués dans des activités connexes de l'AEN, mais aussi des experts d'organisations japonaises et des participants de la réunion du projet PreADES. Les sujets abordés ont été l'avancement du démantèlement sur le site de Fukushima Daiichi, ainsi que l'estimation et l'évaluation du scénario de progression de l'accident et la répartition des débris de combustible. Figurait également au programme le Projet d'analyse des informations en provenance des bâtiments réacteur et des enceintes de confinement de la Centrale nucléaire de Fukushima Daiichi (ARC-F) commun à la NRA et à la JAEA.

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 troisième phase du Projet de propagation d'un incendie pour des scénarios multi-locaux élémentaires (PRISME), est en cours, avec huit pays participants, et couvrira la période 2017-2021. 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 nucléaire³ (IRSN), à Cadarache (France). L'objectif principal est de fournir des informations sur la stratification des fumées et leur propagation ainsi que sur la propagation des incendies touchant les câbles et les armoires électriques. Une étude comparative combinée entre les projets PRISME et le projet d'échange de données sur les incendies (FIRE) de l'AEN sera également réalisée.

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 pour objectif 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. La troisième phase du projet a démarré en juillet 2014 et durera jusqu'en juin 2019. La Chine a rejoint SCIP-3 en 2016, et l'Ukraine s'y est jointe en 2018. Les campagnes d'expérimentation du projet SCIP-3 ont bien progressé en 2018, puisqu'il ne restait que quelques expériences à réaliser à la fin de l'année. La mise à l'arrêt définitif du réacteur de Halden eu une incidence sur le programme de travail, dans la mesure où les essais de rampes de puissance prévus n'ont pas pu avoir lieu. Des procédures ont été mises en place pour identifier et approuver des essais de remplacement dans la phase en cours. Les résultats obtenus au cours de cette phase ont permis de réaliser des analyses en

profondeur et de tirer les premières conclusions préliminaires (par ex. concernant un taux de combustion plancher pour la fragmentation fine du combustible). En novembre 2017 et mai 2018, les quatrième et cinquième ateliers de modélisation du SCIP ont été organisés par Studsvik. Huit organisations y ont présenté leurs démarches respectives.

Les objectifs de la phase 3 sont les 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 d'une rupture liée à l'interaction pastille-gaine ;
- appuyer le développement et la vérification des modèles.

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 des produits de fission pour les accidents de réacteurs relativement à deux importants produits de fission : l'iode et le ruthénium. La phase 1, qui s'est terminée en 2015, a été consacrée à l'étude de trois problèmes principaux : des expériences sur un rejet d'iode radioactif dû à l'irradiation d'aérosols porteurs d'iode ; un dépouillement de la littérature axé sur les interactions entre l'iode et les peintures, et des expériences sur le transport de ruthénium volatil dans les tuyauteries. Une nouvelle phase de 4 ans, soutenue par huit pays, STEM-2, a débuté en janvier 2016 et a pour objectif de réaliser des études expérimentales relatives à l'iode et au ruthénium. Un nouveau pays a rejoint le projet en 2017 et un autre va bientôt s'y ajouter.

3. Installation expérimentale pour l'étude des incendies, de la ventilation et de la contamination aéroportée.

Les études suivantes sont menées sur l'iode :

- évaluer dans quelle mesure la cinétique des rejets d'iode moléculaire ou organique peut être modifiée par la dose reçue par la peinture avant et pendant un accident, dans la mesure où le vieillissement des peintures par le rayonnement, notamment à forte dose, peut entraîner des modifications chimiques importantes de la peinture ;
- mesurer la production d'iode organique et moléculaire (gaz/vapeur), et étudier l'influence de la dose, de la température et notamment de taux supérieurs d'humidité sur la décomposition radiolytique des oxydes d'iode (particules solides) ;
- expliquer l'oxydation radiolytique d'aérosols iodés à composants multiples représentatifs qui seraient produits dans le système primaire et entraîneraient la production d'iode volatil ;
- évaluer la décomposition des oxydes d'iode par le monoxyde de carbone et/ou l'hydrogène, conduisant à la production d'iode volatil.

En 2018, des progrès satisfaisants ont été réalisés dans les expériences portant sur la libération d'iode des composés d'oxyde d'iode et de matières particulaires contenant des composés iodés.

En ce qui concerne le ruthénium, des expériences réalisées dans des conditions plus représentatives que celles utilisées dans le projet STEM sont réalisées sur des simulations de transport du ruthénium dans le circuit primaire en conditions accidentelles.

En particulier, cela signifie une plus grande représentativité de la surface de dépôt (par ex. acier inoxydable corrodé), l'utilisation de conditions d'oxydation plus sévères telles que celles induites par les produits de radiolyse de l'air (comme l'ozone et les oxydes nitreux), et de polluants gazeux et/ou aérosols plus représentatifs (particules de matière fissile, aérosols d'argent, dépôts d'aérosol) pouvant influencer considérablement le comportement du ruthénium. Le programme d'expérimentation a progressé de manière satisfaisante en 2018.

Les projets STEM et BIP ont des liens scientifiques forts, dans la mesure où leurs objectifs sont complémentaires et nombre de leurs partenaires sont communs.

Projet THAI

La phase 2 du projet sur le comportement de l'hydrogène et des produits de fission (THAI) s'est terminée en 2015. Une nouvelle phase d'une durée de trois ans et demi, THAI-3, a commencé en janvier 2016, et de nouvelles expériences sont conduites dans l'installation THAI exploitée par Becker Technologies GmbH en Allemagne. L'installation a été modifiée et comprend désormais un second réservoir, plus étroit que le premier, qui est connecté par tuyauterie au haut et au bas du réservoir originel et permet de faire circuler des flux. L'accord concernant la phase 3 a été finalisé à la fin de 2016 avec 14 pays partenaires. En 2017, un nouveau pays s'est joint et un autre s'est porté candidat.

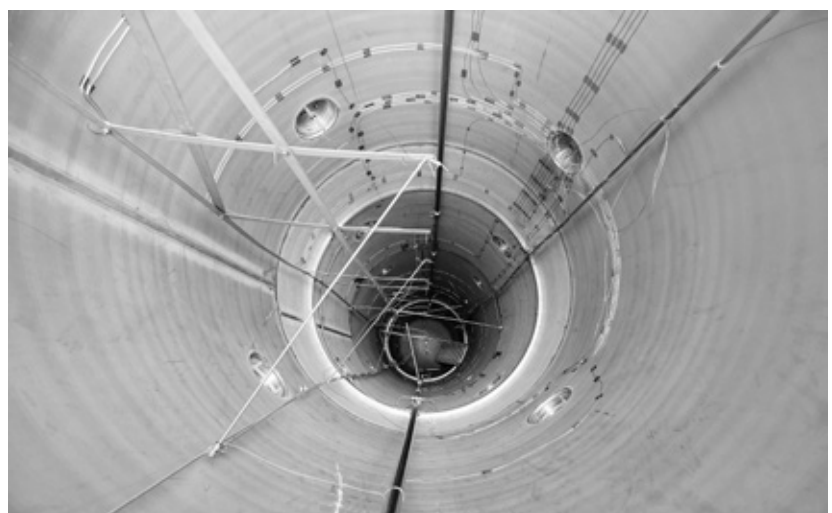
Le projet THAI-3 vise à résoudre certains problèmes spécifiques

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 :

- utilisation de recombineurs analytiques passifs (RAP) en conditions d'écoulement à contre-courant ;
- combustion de l'hydrogène et propagation de flamme dans un système à deux compartiments permettant la simulation d'écoulements induits par convection naturelle dans l'enceinte de confinement et d'étudier en particulier l'impact de vitesses d'écoulement plus importantes des gaz non brûlés sur l'accélération des flammes ;
- réentraînement des produits de fission depuis les piscines à des températures élevées correspondant aux phénomènes observés dans les piscines sous pression des REB, rupture du tube du générateur de vapeur en submersion, systèmes de ventilation à filtre humide et scénarios d'accident à long terme d'un REP avec puisard de confinement immergé ;
- remise en suspension de dépôts de produits de fission (iode moléculaire et aérosol) résultant d'une déflagration de l'hydrogène.

Toutes les expériences des différentes phases du projet ont été réalisées, à l'exception des essais intégraux finaux sur l'iode et la remise en suspension d'aérosols dans des conditions de déflagration d'hydrogène.

L'installation d'expérimentation THAI : vue de dessus de la cuve PAD, ouverte pour l'entretien des appareils de mesure. Becker Technologies, Allemagne



► Bases de données en sûreté nucléaire

Projet CADAQ

Le projet sur les données et connaissances relatives au vieillissement des câbles (CADAQ), 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 était d'établir les fondements techniques qui permettraient 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.

Le projet de base de données a été abandonné en raison d'un manque d'intérêt des pays membres. En 2018, un rapport faisant la synthèse des résultats du projet CADAQ après les deux mandats de 2012-2014 et 2015-2017 a été publié.

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 applicables 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 importants pour le fonctionnement de l'installation ;
- 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).

Le projet CODAP a finalisé quatre rapports d'analyse d'événements de la base de données. En 2018 est sorti le cinquième rapport thématique, qui décrit les principes fondamentaux présidant à la collecte et à l'évaluation des données issues de l'expérience d'exploitation concernant les composants métalliques passifs. Un rapport de synthèse a également été produit. Il décrit l'état d'avancement du projet CODAP à l'issue de la seconde phase. À ce moment-là, la base de données CODAP comprenait 4 900 entrées sur les tuyauteries métalliques dégradées et rompues et sur les composants passifs hors tuyauterie.

Projet FIRE

Le projet d'échange de données sur les incendies (FIRE) a démarré en 2002, et sa quatrième phase, à laquelle participent 14 pays, a débuté en 2016 pour une durée de 4 ans. Il 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 efficace de retour 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 490 entrées, est remise aux participants chaque année. Une analyse comparative commune est prévue entre la base de données FIRE et le projet expérimental PRISME (phase 3).

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 est dans la phase 7, qui durera 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 défaillance, 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 antiretour 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. En 2017, les équipes du

projet ICDE ont finalisé un rapport intitulé *Lessons Learnt from Common-Cause Failures of Emergency Diesel Generators*. Il conclut que les causes les plus fréquentes des pannes de générateurs diesel de secours sont liées à des défauts de conception, de fabrication ou de construction.

En 2018, le projet ICDF a trouvé une manière de définir plus précisément les causes fondamentales des événements et d'améliorer la description des événements dans la base de données. Par ailleurs, des rapports ont été finalisés sur les défaillances de cause commune à plusieurs tranches, sur les modifications relatives aux défaillances de cause commune, sur l'amélioration des essais relatifs à ces défaillances ainsi que sur une synthèse des activités réalisées et des résultats obtenus pendant la période 2014-2017.



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 groupes de travail dédiés à une conception spécifique. Le nombre de groupes est passé de deux en 2006 à six en 2018, avec l'ajout d'un groupe consacré au réacteur Hualong-1 (HPR1000), de la Chine. Les cinq autres groupes sont consacrés à l'EPR, l'AP1000, l'APR1400, l'ABWR et le VVER. Le nombre de membres du MDEP continue de croître également, avec l'entrée récente de l'autorité de réglementation nucléaire d'Argentine, qui porte à 16 le nombre d'autorités de sûreté participantes. Les autres autorités membres du MDEP sont celles des pays suivants : Afrique du Sud, Canada, Chine, Corée, Émirats arabes unis, États-Unis, Finlande, France, Hongrie, Inde, Japon, Royaume-Uni, Russie, Suède et Turquie. En 2018, le groupe consacré à l'ABWR a mené à son terme son programme de travail sous l'égide du MDEP avec la publication de son rapport de clôture sur l'ABWR. Les groupes de travail du MDEP traitent un large éventail de problèmes techniques et réglementaires susceptibles de survenir en matière de conception, de construction et de 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 sur des décisions

réglementaires et d'enseignements tirés de l'expérience. Conformément à la volonté du Comité stratégique de se concentrer sur les activités relatives à des conceptions spécifiques, le MDEP a pris des mesures pour transférer à l'AEN ses activités génériques. L'an dernier, les activités relatives au contrôle-commande numérique ont été placées sous l'égide du CNRA. Un second groupe consacré à un thème spécifique, le Groupe de travail sur les codes et normes mécaniques, a clôturé son programme de travail au sein du MDEP en juin 2018 et a débuté un nouveau mandat sous la tutelle du CNRA. Sur ces deux questions, l'objectif est d'élargir le champ des travaux pour inclure les réacteurs en exploitation et élargir la participation pour inclure d'autres pays membres de l'AEN. Actuellement, seul un groupe consacré à une question spécifique, le Groupe de travail sur la coopération en matière d'inspection des fabricants, vient en appui du programme en traitant des questions pluridisciplinaires. 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 du MDEP en 2018

En 2018, les groupes de travail du MDEP ont été très actifs et ont publié des positions communes et des rapports techniques sur des sujets tels que la Déclaration de Vienne sur la sûreté nucléaire, la dilution du bore en cas d'APRP dû à une petite brèche, la dégradation de la conductivité thermique et des questions liées au retour de condensat dans le réservoir de remplissage de la piscine du réacteur en cas de défaillances également applicables à toutes les conceptions AP1000 proposées pour chaque pays. Les rapports techniques publiés en 2018 concernent la conception, la fabrication et les essais de la pompe du circuit primaire et la conception, la fabrication et l'application des vannes à déclencheur pyrotechnique utilisées pour l'AP1000.

La coopération sur les activités de mise en service est un élément

du programme de travail de tous les groupes dédiés à une conception spécifique. Au cours de l'année écoulée, ces groupes se sont concentrés encore davantage sur les activités relatives à la mise en service des réacteurs, alors que de nouveaux EPR, APR1400 et AP1000 vont commencer ou ont commencé à être exploités commercialement. Les groupes EPR et AP1000 sont particulièrement actifs dans ce domaine, puisqu'ils supervisent la construction d'un total de 12 réacteurs à travers le monde. La période écoulée a marqué un tournant pour le MDEP puisqu'elle a permis aux autorités de réglementation participantes de démontrer l'efficacité des positions communes pour collaborer et partager les informations concernant les résultats des essais sur tête de série (FPOT) réalisés sur les tranches équipées d'EPR et d'AP1000 en Chine. En outre, le MDEP a renforcé la coopération sur les risques émergents dans la gestion des chaînes logistiques et des activités des fournisseurs, notamment en ce qui concerne les articles suspects, frauduleux ou contrefaits. Cette coopération a permis aux autorités de sûreté participantes d'examiner l'adéquation de leurs activités visant à limiter le risque que de tels articles pénètrent les installations des titulaires d'autorisation par l'intermédiaire des fournisseurs. Le Groupe de travail sur la coopération en matière d'inspection des fabricants a publié une position commune sur les procédures et la réglementation relatives aux articles suspects, frauduleux ou contrefaits. Parmi les autres positions communes adoptées par ce groupe figurent : les protocoles d'inspection des fournisseurs, qu'il s'agisse d'inspections multinationales, conjointes ou avec observateur, et la préparation et la réalisation de ces inspections. Ce groupe a également publié un rapport technique sur son évaluation de l'inspection multinationale du fournisseur Creusot Forge – Areva NP.

Pour de plus amples informations sur la structure du MDEP et pour consulter les rapports techniques et positions communes mis à la disposition du public, voir 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 visant à accroître l'attention et l'intérêt portés aux aspects humains qui ont un impact sur la sûreté nucléaire et qui ont été identifiés comme des éléments critiques à l'origine de tous les accidents survenus dans les centrales nucléaires. 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 de protection radiologique et de santé publique (CRPPH), 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).



La culture de sûreté et l'encadrement

Le Groupe de travail sur la culture de sûreté (WGSC) a pour objectif de faciliter les échanges sur la culture de sûreté entre autorités de sûreté afin de prendre en compte les facteurs qui affectent les cultures de sûreté des titulaires d'autorisation et, plus largement, celles des acteurs du secteur, mais aussi de réfléchir aux conséquences de ces facteurs sur l'efficacité de la réglementation. Lors des deux réunions du WGSC tenues en 2018, les membres du groupe ont échangé sur leurs programmes respectifs en matière de culture de sûreté. Le groupe a poursuivi ses deux tâches basées sur les deux thèmes principaux qui avaient émergé de sa première réunion. Le premier est la nécessité d'une réflexion et d'une évaluation des autorités de sûreté en vue de fournir aux pays membres des conseils pratiques et détaillés sur les

Faits marquants

- En mars 2018, le CRPPH a accepté de prendre les rênes de la préparation de l'atelier de l'AEN de 2019 sur la participation des parties prenantes consacré à la communication sur le risque.
- Le Groupe de travail sur la culture de sûreté (WGSC) se concentre sur les deux tâches approuvées par le CNRA en juin 2018. Il a aussi mis à jour les programmes de culture de sûreté en général, et notamment concernant ces deux tâches : l'autoévaluation/la réflexion critique et le renforcement des compétences en culture de sûreté. En outre, les membres du groupe ont débattu en détail de diverses améliorations en matière de culture de sûreté.
- Les membres du Groupe de travail de l'AEN sur les facteurs humains et organisationnels (WGHO), soucieux de mieux comprendre les performances humaines en conditions accidentelles, ont participé à une conférence internationale sur la gestion des accidents grave hébergée par la Commission canadienne de sûreté nucléaire.
- Le Groupe de travail de l'AEN sur la communication des autorités de sûreté nucléaire avec le public (WGPC) a réalisé sa première étude de cas nationale à Berne, en Suisse.
- Lors de sa réunion annuelle en septembre, le Forum de l'AEN sur la confiance des parties prenantes (FSC) a poursuivi ses démarches de renforcement de la communication entre générations en invitant un enseignant de Belgique et des étudiants de Suisse à échanger sur les meilleurs moyens d'encourager la participation des parties prenantes.
- Deux ateliers de mentorat sur la science et l'ingénierie ont été organisés en 2018, au Japon et en Espagne, où des femmes à la carrière prestigieuse ont encouragé des lycéennes à entreprendre des études en sciences et en ingénierie.
- L'AEN a organisé en 2018 le tout premier forum sur la culture de sûreté dans un cadre national, pour étudier le contexte national, suédois en l'occurrence, et son impact. Les résultats ont été publiés.

manières dont il est possible d'encourager les autorités de sûreté à porter un regard critique sur elles-mêmes ; le second concerne le développement des compétences en matière de culture de sûreté, en vue de promouvoir une culture saine par l'adoption de bonnes pratiques. Le WGSC poursuit son objectif, qui est de proposer des outils pratiques et des conseils aux autorités de sûreté.

Les membres du groupe de travail ont débattu dans le détail de différentes propositions pour améliorer la culture de sûreté et ont échangé des informations spécifiques sur leurs programmes nationaux et leurs évolutions récentes. Parmi celles-ci figurent diverses méthodes d'autoévaluation ou de réflexion critique, comme l'élaboration d'outils d'évaluation de la maturité de la culture de sûreté et d'enquêtes détaillées



Entretien entre Toyoshi Fuketa, président de l’Autorité de régulation nucléaire et William D. Magwood, IV, directeur général de l’Agence pour l’énergie nucléaire, le 10 août 2018 au Japon, dont un livret a été tiré : “Insights from Leaders in Nuclear Energy”.

sur la culture de sûreté ainsi que la réalisation d’évaluations indépendantes. En ce qui concerne le développement des compétences en culture de sûreté, les membres du WGSC ont participé à des séminaires et ont organisé des formations centrées sur l’écart entre la réglementation et les résultats des autoévaluations.

L’AEN est consciente de l’influence que les dirigeants exercent sur les organisations dont ils ont la charge et sur leur culture de sûreté. C’est pourquoi l’AEN étudie des activités sur ce thème impliquant tant les autorités de sûreté que les installations en exploitation. Considérant que la notion d’efficacité de l’encadrement peut être subjective et qu’il peut être difficile de fixer des obligations réglementaires en la matière, l’AEN a mis au point un nouveau concept pour apprendre des dirigeants du monde entier au moyen d’entretiens individuels. Avec l’aide du WGSC et de son programme de travail portant sur l’encadrement orienté vers le renforcement des compétences en sûreté, ce projet vise à créer une série d’entretiens sur l’encadrement qui a commencé par un premier entretien au Japon en 2018, dont un livret a été tiré. Les diverses visions de l’encadrement et leur influence sur la sûreté vont nourrir les activités et tâches menées par le WGSC, l’objectif étant que l’encadrement favorise une culture de sûreté saine et une exploitation sûre des installations.

Forum sur la culture de sûreté dans un cadre national

Conscient de l’influence du contexte national sur la culture de sûreté des autorités de sûreté et de l’industrie qu’elles contrôlent, l’AEN a créé un forum unique en son genre pour attirer l’attention sur cette question, en vue d’aider les organisations à maintenir une culture de sûreté saine pour une exploitation sûre des installations nucléaires et une efficacité des activités de réglementation. Le premier forum sur la culture de sûreté dans un cadre national a été organisé avec la collaboration de la World Association of Nuclear Operators (WANO) en Suède en janvier 2018. Il a réuni plus de 60 experts du secteur nucléaire suédois et d’observateurs internationaux d’Afrique du Sud, de Corée, des États-Unis, de France, de Finlande et du Japon représentant l’industrie et les autorités de sûreté. Le forum a consisté en un

ensemble d’exercices de capture de données et d’analyse des caractéristiques nationales suédoises intégrées à un scénario technique interprété par les participants au forum. Grâce à ce jeu de rôle, les participants ont pu réfléchir aux caractéristiques du système suédois pour dégager des moyens de faire évoluer ce contexte en vue de maintenir une culture de sûreté saine. Un rapport a été publié en anglais et en suédois en septembre 2018.

Le prochain pays hôte sera la Finlande, en mars 2019. Le Canada, le Royaume-Uni, la Russie et la Suisse ont confirmé leur intention d’héberger prochainement un forum de ce type et d’autres pays l’envisagent également. Cela permettra de produire une collection de rapports contenant les actes de ces forums.

Facteurs humains et organisationnels

Le Groupe de travail de l’AEN sur les facteurs humains et organisationnels (WGHO) œuvre à l’amélioration de la compréhension et du traitement des facteurs humains et organisationnels au sein de l’industrie nucléaire pour contribuer au maintien de la sûreté des installations nucléaires et à l’efficacité des pratiques réglementaires dans les pays membres.

En 2018, il a recueilli auprès des autorités de sûreté des informations sur les actions menées depuis l’accident de Fukushima Daiichi. Le but est de renforcer les capacités de "mitigation" des événements externes extrêmes et des accidents graves. Le groupe examine aussi les facteurs humains et organisationnels spécifiques que ces actions ont pu permettre de traiter.

Fondant son travail sur le rapport concernant la validation, du point de vue des facteurs humains, des modifications et conceptions de salles de commande de centrales nucléaires (*Human Factors Validation of Nuclear Power Plant Control Room Designs and Modifications*) publié en 2017, le groupe a commencé à rédiger un rapport qui définira une démarche de validation par étapes au moyen d’activités successives et coordonnées menées en différents points et au cours de différentes phases de la mise en œuvre ou de la modification de la conception d’une salle de commande. Ce travail devrait ouvrir des voies prometteuses pour renforcer la fiabilité des résultats du processus de validation, dans la

mesure où la démarche suivie peut limiter les risques au cours de la conception, accroître l'efficacité et l'efficience du processus de validation et renforcer la confiance dans les résultats obtenus. Le rapport sur la validation par étapes des conceptions et modifications de salle de commande sera publié en 2019.

La culture de sûreté et l'encadrement

Afin de mieux comprendre les activités liées aux facteurs humains et organisationnels et de démontrer l'intérêt de traiter ces questions en adoptant une démarche systématique en matière de sûreté, le WGHOFF poursuit ses travaux sur le comportement humain et organisationnel. Son objectif est d'améliorer la compréhension commune des notions utilisées pour l'étude des facteurs humains et organisationnels, d'élaborer un modèle qui tienne compte des relations dynamiques et des interactions entre facteurs humains, techniques et organisationnels et de formuler des conseils pratiques sur son application.

En août 2018, l'AEN a publié un rapport sur le contrôle réglementaire des capacités organisationnelles des nouveaux titulaires d'autorisation intitulé *Nuclear Regulatory Organisations' Oversight of New Licensee Organisational Capability*. Ce rapport est le fruit d'un atelier conjoint au Groupe de travail sur la réglementation des nouveaux réacteurs (WGRNR) du CNRA et au WGHOFF organisé en 2017 à Chester, au Royaume-Uni, en collaboration avec l'Office of Nuclear Regulation (ONR). Les futurs travaux à mener dans ce domaine incluent la formulation de recommandations sur le développement et l'évaluation des capacités organisationnelles, plus spécifiquement en matière de gestion de projets, en se concentrant sur la sûreté, la prise de décision, le développement des compétences et le contrôle de la chaîne d'approvisionnement à toutes les étapes de la construction d'une nouvelle installation.

Pour venir en aide aux nombreux pays qui sont confrontés à l'arrêt progressif, anticipé ou non, de leurs centrales nucléaires, le WGHOFF prépare un rapport sur les capacités organisationnelles prioritaires en matière de démantèlement. Grâce aux contributions du Groupe de travail sur le déclassement et le démantèlement (WPDD), le groupe a mis en lumière des questions relatives aux facteurs humains et organisationnels dans le cadre du démantèlement : compétences, capacités socio-économiques, encadrement et réglementation, gestion des actifs, culture et motivation, ainsi que gestion de projet. Ces questions sont examinées par le WGHOFF, qui préconisera des bonnes pratiques et fera des recommandations pratiques pour le développement et la mise en œuvre des capacités organisationnelles identifiées.

Le WGHOFF collabore avec le Groupe de travail de l'AEN sur l'évaluation des risques (WGRISK) sur le sujet de l'évaluation de la fiabilité humaine lors d'événements externes. Les résultats de ses travaux contribueront à un traitement réaliste et cohérent des actions des exploitants lors des évaluations probabilistes de sûreté (EPS) ainsi que des questions relatives aux facteurs humains associées à chaque type de risque.

Communication avec le public et participation des parties prenantes

L'AEN poursuit les travaux entamés lors d'un premier atelier sur la participation des parties prenantes organisé en janvier 2017 et a commencé les préparatifs d'un deuxième atelier sur ce sujet qui se tiendra du 24 au 26 septembre 2019. Mené sous l'égide du CRPPH avec le soutien du Groupe de travail sur la communication des autorités de sûreté nucléaire avec le public (WGPC), cet atelier sera consacré à la communication sur le risque et sur les manières de susciter un débat susceptible de faire émerger une compréhension commune des risques radiologiques. Tous les comités techniques permanents de l'AEN, leurs organes subsidiaires et leurs parties prenantes y contribueront.

Le WGPC est un espace de dialogue où les autorités de sûreté nucléaire échangent information, expérience et bonnes pratiques. Il permet un échange de points de vue sur les politiques des autorités de sûreté nucléaire en matière de communication avec le public et promeut une collaboration efficace entre les organisations. En 2018, il a réalisé sa première étude de cas nationale sur les communications à Berne, en Suisse. L'objectif était d'analyser les conséquences en termes de communication d'un événement spécifique telles que présentées par ceux qui ont été concernés par l'événement ou en ont vécu les effets. Cette activité a réuni un exploitant de centrale nucléaire, une organisation sans but lucratif, un représentant des médias, un représentant des autorités locales ainsi que l'autorité de sûreté pour qu'ils partagent leurs points de vue et leur manière de voir l'événement et la communication le concernant. Les membres du WGPC ont ensuite tenté d'en tirer des enseignements et des bonnes pratiques à mettre en œuvre dans leur pays respectif. Un rapport sur ce sujet sera publié en 2019 et une nouvelle étude de cas sera organisée en 2020 à Helsinki, en Finlande. Conscient du fait que les médias sociaux sont devenus une source d'information essentielle pour le public, le groupe a réalisé une enquête auprès de ses membres pour comprendre comment chaque organisation utilisait les plateformes disponibles pour communiquer avec les parties prenantes et encourager leur participation. Les membres du groupe ont également partagé des études de cas illustrant la manière dont ils utilisaient des outils tels que Twitter, YouTube et Facebook. Ce travail a fait l'objet d'un rapport sur l'évolution de l'utilisation des médias sociaux comme outils de communication. Il sera publié en 2019 sous la forme d'une mise à jour du rapport de 2014 intitulé *Nuclear Regulatory Organisations, the Internet and Social Media : The What, How and Why of Their Use as Communication Tools*.

La prise en compte des implications politiques et sociales des programmes de gestion des déchets radioactifs est une question primordiale. Le Forum sur la participation des parties prenantes (FSC), qui constitue un espace de dialogue objectif pour toutes les parties prenantes de ce domaine, poursuit son analyse des facteurs déterminants au regard de la confiance des parties prenantes. Il a mis à jour et publié des documents faciles à utiliser, tels que des prospectus et des rapports sur les stratégies en matière de partenariat, d'utilisation des médias sociaux, d'analyse de la valeur

**Joshikai II
for Future Scientists**
Japan, Tokyo – August 2018



In co-operation with 

**Mentoring Workshop
in Science and Engineering**
Spain, Ávila – September 2018



In co-operation with 

potentielle des installations de déchets radioactifs pour les collectivités locales et de confiance des parties prenantes en matière de transport des déchets. Ses membres mettent à jour le rapport intitulé Partenariats pour la gestion à long terme des déchets radioactifs publié en 2010, qui décrit les évolutions des pratiques en cours dans 13 pays, ainsi que le Glossaire annoté des termes clés (*Stakeholder Confidence in Radioactive Management: An Annotated Glossary of Key Terms – 2 013*). Il a ajouté le terme "Valeur ajoutée" et sa signification pour différentes parties prenantes.

La collaboration sur les questions de communication avec le Groupe d'intégration pour le dossier de sûreté (IGSC) du RWMC et le WGPC se poursuit après un premier atelier fructueux organisé en avril 2017 sur le thème de l'amélioration de la perception du public. Le FSC a participé à la réunion annuelle du WGPC en avril 2018 ainsi qu'à une conférence organisée en octobre 2018 par l'IGSC intitulée *Current Understanding and Future Direction for the Geological Disposal of Radioactive Waste* (Position actuelle et orientation future en matière de stockage géologique des déchets radioactifs). Soucieux de renforcer la collaboration et d'améliorer sa communication, le FSC a diffusé deux bulletins sur des questions interdisciplinaires.

Le FSC a été invité à participer au développement stratégique du nouveau Comité sur le démantèlement des installations nucléaires et la gestion des situations historiques (CDLM). Lors de sa réunion annuelle de 2018, il s'est consacré essentiellement à la mise à jour de ses instruments juridiques, de manière à ce que ses activités viennent pleinement en appui du CDLM.

Soucieux de favoriser l'expression des jeunes générations, le FSC étudie différentes méthodes susceptibles d'encourager la participation des plus jeunes, comme le développement d'outils en ligne ou de bases de données contenant les outils utilisés par les éducateurs pour échanger expérience et démarches. Le FSC veille à dialoguer avec les plus jeunes ; il a invité un éducateur et une jeune partie prenante pour un échange d'opinions lors de sa réunion annuelle. Les deux invités ont participé aux débats ainsi qu'à un World Café pour partager leurs perspectives sur la meilleure manière de dialoguer avec les jeunes.

Le Groupe de travail poursuit ses efforts pour rationaliser l'organisation du prochain atelier afin que les pays membres n'aient pas à mobiliser des ressources excessives pour héberger un atelier national.

Atelier international de mentorat en science et en ingénierie

L'une des missions de l'AEN est d'aider ses membres à s'assurer qu'ils disposeront à l'avenir des ressources humaines qualifiées et des programmes d'enseignement nécessaires à la formation d'une nouvelle génération d'experts en sciences nucléaires. C'est dans cet esprit, et pour donner suite à une expérience réussie en juillet 2017 à Chiba, au Japon, que l'AEN a organisé deux ateliers de mentorat supplémentaires en 2018, l'un à Tokyo, au Japon, et l'autre à Ávila, en Espagne.

L'atelier *Joshikai II for Future Scientists: International Mentoring Workshop in Science and Engineering* s'est tenu les 8 et 9 août à Tokyo, au Japon, en coopération avec l'Agence de l'énergie atomique du Japon (JAEA). Il a réuni 50 collégiennes et lycéennes japonaises qui ont rencontré des femmes de science et ingénieures accomplies du Japon et de trois autres pays membres de l'AEN. Un autre atelier international de mentorat en science et en ingénierie a été organisé pour la première fois en Europe, avec les mêmes objectifs que ceux tenus au Japon. Intitulé *Impulsando a las futuras líderes en Ciencia y tecnología*, cet atelier s'est déroulé le 24 septembre à Ávila, en Espagne. Il a été organisé conjointement avec l'association Spanish Women in Nuclear et a réuni 50 lycéennes et 12 femmes de science et ingénieures d'Espagne. L'AEN se tient prête pour organiser d'autres ateliers internationaux de mentorat dans des États membres ou partenaires de l'AEN.



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

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.

Soutien aux futurs cadres de la radioprotection

Confrontées à la perspective d'une pénurie d'experts qualifiés en radioprotection dans les cinq à dix années à venir, les autorités de sûreté et l'industrie ont exprimé leurs préoccupations à ce sujet. Cela a déterminé le CRPPH à proposer deux types de solution : l'École internationale de protection radiologique (IRPS) et l'élaboration d'un cadre de perfectionnement professionnel.

La première session de l'IRPS s'est tenue en août 2018 à l'université de Stockholm, avec le soutien de l'Autorité de sûreté radiologique suédoise (SSM). Elle avait pour objectif d'expliquer le fonctionnement du système de protection radiologique et la manière dont il convient de l'interpréter pour l'appliquer à des situations diverses et nouvelles pour lesquelles l'esprit du système, avec ses nuances et son histoire, doit être bien compris. Au total, 40 participants en début ou milieu de carrière de 26 pays y ont participé. Quinze experts mondiaux de la radioprotection ont dispensé un enseignement portant sur un vaste éventail de domaines et ont échangé avec les étudiants en dehors des cours pendant toute la semaine. Il est convenu que la deuxième session se déroule à l'université de Stockholm avec le soutien de la SSM du 19 au 23 août 2019.

Soucieuse de veiller à la disponibilité d'experts en radioprotection pour répondre à la demande actuelle et future, l'AEN envisage l'établissement d'une certification internationale. Il semble qu'un niveau reconnu d'expertise en radioprotection faciliterait grandement la reconnaissance des qualifications d'un individu et, par voie de conséquence, l'évaluation de sa capacité à exercer une fonction donnée. Cela encouragerait également les employeurs à rédiger les descriptions de poste en s'inspirant du niveau de certification internationale, ce qui faciliterait la mobilité professionnelle

Faits marquants

■ En août 2018, l'AEN a organisé la première session de l'École internationale de protection radiologique, parrainée par l'Autorité de sûreté radiologique suédoise (SSM) et hébergée par l'université de Stockholm ; il est prévu d'organiser la deuxième session du 19 au 23 août 2019 avec les mêmes partenaires.

■ L'AEN a créé le Groupe d'experts sur la gestion de la réhabilitation des conditions de vie (EGRM) du Comité de protection radiologique et de santé publique (CRPPH), en coopération avec le Groupe de travail sur les urgences nucléaires (WPNEM)

■ Le Groupe d'experts sur la gestion des passifs historiques (EGLM) a achevé la première phase de son programme de travail.

■ L'AEN a terminé les travaux expérimentaux du projet commun du 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'AEN a organisé la 76^e session thématique du CRPPH consacrée à la communication sur le risque radiologique : concepts d'indice/échelle.

■ En janvier 2018, l'AEN a publié le rapport intitulé *Towards an All-Hazards Approach to Emergency Preparedness and Response: Lessons Learnt from Non-Nuclear Events*.

■ L'AEN a publié le compte rendu d'INEX-5 et a lancé 5 nouveaux groupes d'experts pour mettre à jour le manuel sur les mesures de protection, faire un benchmark des résultats des codes de projection, impliquer les autorités décisionnelles dans la planification stratégique des mesures de protection, élaborer une stratégie de communication en temps réel et étudier les questions de santé publique post-accidentelles de nature non radiologique.

■ Dans le contexte du Système d'information sur la radioexposition professionnelle (ISOE), l'AEN a tenu trois colloques ALARA et a créé un tableau contenant les nouvelles données sur la radioexposition professionnelle concernant les réacteurs en cours de démantèlement.

des experts en fonction des besoins. Les travaux de l'AEN et de ses partenaires dans ce domaine s'inspireront des efforts faits en ce sens par le passé (par ex. HERCA¹, EUTERP², IRPA³). Les organisations chargées de la réglementation membres de l'AEN concevront alors un instrument en vue d'une reconnaissance officielle de ce niveau de qualification

1. Heads of the European Radiological Competent Authorities.
2. European Training and Education in Radiation Protection Foundation.
3. International Radiation Protection Association.



Webinaire du 12 janvier 2018 avec William D. Magwood, IV, Directeur général, Agence de l'énergie nucléaire (AEN) ; Thierry Schneider, Directeur du Centre d'évaluation de la protection nucléaire et Vice-président du Comité de protection radiologique et de santé publique de l'AEN ; Athony Cox, Directeur par intérim, Direction de l'Environnement de l'OCDE ; Jack Radisch, Gestionnaire principal de projet, Direction de la Gouvernance publique de l'OCDE.

au niveau national. Une stratégie de communication sera mise en œuvre concernant à la fois la certification et les opportunités à long terme qu'offre une carrière en protection radiologique.

Effets de l'exposition à de faibles doses de rayonnements

Pour l'essentiel, l'exposition du public et des professionnels est considérée scientifiquement comme relativement faible du point de vue du risque qu'elle peut présenter. En fait, au niveau généralement constaté, la compréhension scientifique de l'exposition et des risques associés est très limitée, voire inexistante. Si l'on sait que toute exposition peut causer des dommages sur le plan cellulaire, les études réalisées montrent qu'une population exposée à de faibles doses présente statistiquement le même nombre de cancers qu'une population non exposée. La fourchette supérieure des risques possibles est basse, et l'on ignore même s'il existe un risque mesurable. C'est pourquoi de nombreuses recherches sont menées en radiobiologie et en épidémiologie pour mieux comprendre comment les cellules, les tissus, les organes et les êtres vivants réagissent à l'exposition à la radioactivité. Pour renforcer l'efficacité et l'efficience de ces recherches, l'AEN a créé en 2018 un Groupe d'experts à haut niveau issus d'organismes de recherche et de financement de la recherche pour encourager la coordination et la collaboration dans ce domaine.

L'intérêt pour ces travaux est motivé par la notion d'optimisation de la protection, conformément aux recommandations de la CIPR, qui est transcrite de manière générale dans les normes internationales et les réglementations nationales et régionales. L'AEN collabore depuis plusieurs années, notamment avec la CIPR, pour intégrer les vues et préoccupations des parties prenantes aux décisions en matière de protection radiologique. C'est particulièrement vrai en ce qui concerne l'optimisation de la protection, qui est une démarche recommandée pour identifier les mesures de protection les plus appropriées dans les circonstances du moment, compte tenu des aspects économiques et sociaux. L'un des aspects clés pour déterminer quelles mesures prendre face à de faibles doses, pour lesquels les risques sont inconnus ou s'accompagnent au mieux d'une extrême incertitude, est de disposer d'une hypothèse quant aux niveaux de risques possibles justifiant une protection. L'AEN a conclu que toute circonstance

justifiant une décision en matière de protection doit être abordée en prenant en compte tous les types de risques. À ce titre, on peut plus efficacement équilibrer tous les risques si les niveaux de risque sont connus de manière plus précise. Ceci est important lorsque l'on se demande quelle protection il faut apporter aux professionnels ou au grand public vis-à-vis d'émissions radioactives, de la contamination résiduelle après un accident ou après l'assainissement d'une installation, de l'exposition due à la radiographie, du radon dans les logements ou les bâtiments publics, etc. Un atelier consacré à ces questions sera organisé en 2019.

En septembre 2018 a eu lieu à Milan, en Italie, le 5^e atelier sur les sciences et les valeurs dans le processus décisionnel en matière de radioprotection. Ses participants ont cherché à mieux comprendre le rôle de la science de la radioprotection et des valeurs sociales dans le processus décisionnel. Ils ont également réfléchi à la manière de communiquer au mieux aux parties prenantes la raison d'être des décisions prises.

Enseignements tirés en matière de réhabilitation post-accidentelle

Sept ans après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi, les parties prenantes en ressentent encore les effets. Les enseignements qui peuvent être tirés de cette expérience sont essentiellement relatifs à la confiance : confiance dans les experts capables d'expliquer les effets radiologiques et les possibilités de protection ; dans le fonctionnement des infrastructures municipales comme les écoles, les centres médicaux, les magasins, etc. ; dans la viabilité des moyens de subsistance et dans la capacité de la société, et essentiellement de la famille, des amis et des voisins à rester en contact et à reconstruire une infrastructure sociale. Le fait, pour un individu, d'avoir confiance dans sa capacité à comprendre les circonstances complexes et multifformes engendrées par les perturbations de la vie sociale après un accident peut faciliter les décisions individuelles, municipales, régionales, nationales et internationales. La restauration de la confiance ne peut pas être l'œuvre des autorités centrales ; en revanche, il leur appartient de soutenir directement et indirectement la restauration des éléments dans lesquels les personnes touchées souhaitent pouvoir placer leur confiance. Cela laisse penser que la lente redistribution des « responsabilités » concernant les choix de protection (depuis la phase de planification des urgences à celle de la réhabilitation, en passant par la phase d'urgence



puis de transition) doit être analysée plus en détail et prise en compte par les dispositifs de planification des urgences et de la réhabilitation. Souhaitant identifier et documenter ces enseignements, le CRPPH a créé le Groupe d'experts sur la gestion de la réhabilitation des conditions de vie (EGRM), formé d'experts des pays membres en urgence et en gestion de la réhabilitation.

Dans ce contexte, l'AEN a continué de soutenir la phase 2 des réunions de dialogue de la CIPR en 2018. Les échanges entre la CIPR et les parties prenantes japonaises ont montré que la confiance des personnes dans la compréhension de leur situation radiologique les a motivées à rester dans des territoires affectés ou à y revenir. Cette confiance a également contribué au développement d'une attitude positive envers l'avenir et à l'acceptation de la situation post-accidentelle comme étant la nouvelle normalité.

Gestion des urgences nucléaires

Les activités liées à la gestion des urgences nucléaires se poursuivent et évoluent au gré des études portant sur l'accident de Fukushima Daiichi et des nombreux accidents chimiques dont on continue de tirer des enseignements. Les résultats du 5e exercice international d'urgence nucléaire (INEX-5), présentés en octobre 2017 lors d'un atelier de l'AEN, ainsi qu'un rapport de l'AEN sur les enseignements tirés d'accidents non nucléaires ont grandement contribué à l'identification, en 2018, des domaines de recherche prioritaires. Cela a conduit à la création de 5 nouveaux groupes placés sous l'égide du WPNEM et chargés d'étudier ces questions importantes.

La communication entre agences nationales et internationales pendant la phase d'urgence d'un accident est une question qui occupe la communauté depuis un certain temps. Compte tenu de la complexité que présente l'organisation de la réponse aux situations d'urgence au niveau national, y compris d'un point de vue institutionnel, de nombreux pays ont mis en œuvre des plateformes de communication interministérielles. L'exercice INEX-5 a montré qu'il serait souhaitable d'améliorer la communication en temps réel en matière de gestion des urgences, tant au plan national qu'international. Un groupe d'experts a été créé pour réfléchir à cette question en s'inspirant de l'expérience et des mécanismes existants au niveau national.

Les effets les plus importants et les plus répandus des situations d'urgence sur la santé publique ne sont généralement pas de nature radiologique et sont plutôt le stress, la dépression, les conflits familiaux et sociaux, etc. Un groupe d'experts a été créé pour étudier comment la planification et l'information pourraient atténuer certains de ces effets, tant sur le court que le long terme. En parallèle, un atelier conjoint sur la réponse aux situations d'urgence non nucléaires est organisé.

La gestion de la réhabilitation est un domaine qui commence seulement à émerger. La complexité des effets et des démarches de réhabilitation est importante et est due notamment à la grande variété des aspects sociaux, économiques, locaux, nationaux et personnels qui doivent être pris en compte et qui influencent la manière dont les circonstances sont perçues et gérées par les parties prenantes concernées. Les expériences de Tchernobyl et de Fukushima seront exploitées par un nouveau groupe d'experts en gestion des urgences et en réhabilitation pour rédiger un document recensant les bonnes expériences et les bonnes pratiques.

D'une manière plus pragmatique, les codes de projection de dose sont des éléments centraux de la planification, de la préparation et de la mise en œuvre de la réponse aux situations d'urgence. Toutefois, les résultats qu'ils permettent d'obtenir dépendent de la nature des informations utilisées pour les concevoir, si bien que deux codes distincts peuvent donner des résultats très différents. Si cela ne signifie pas que les résultats obtenus via un code sont intrinsèquement meilleurs que ceux obtenus via un autre, la compréhension des raisons de la différence constatée facilitera l'interprétation de résultats divergents. Un groupe d'experts a été créé pour concevoir des exercices de comparaison aux fins d'évaluation des résultats obtenus via les codes de projection de dose.

Les mesures de protection d'urgence les plus appropriées peuvent varier d'un site dangereux à un autre en fonction des caractéristiques géographiques et démographiques locales. De nombreux pays ont rédigé des manuels de gestion des urgences permettant de traiter les différentes situations qui se présentent sur leur territoire. Un nouveau groupe d'experts a été créé pour mettre à jour les Manuels de gestion des urgences des pays membres du WPNEM.

Enfin, des exercices d'urgence sont réalisés pour évaluer la préparation et la planification des situations d'urgence, mais aussi pour entraîner les exploitants et les autorités décisionnelles. La participation de ces dernières, qui sont souvent des élus, à l'élaboration des stratégies de protection peut soulever des difficultés. Un groupe d'experts sera chargé d'encourager la participation des autorités décisionnelles.



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

Projet commun



Le Système d'information sur la radioexposition professionnelle

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.

En date du 31 décembre 2018, ISOE réunissait 79 exploitants et 28 autorités de sûreté de 31 pays au total. ISOE fonctionne de manière décentralisée. Les décisions et l'orientation générale relèvent du Conseil de gestion d'ISOE, qui est composé de représentants des exploitants et des autorités de sûreté de tous les pays participants. Le Bureau d'ISOE, qui est élu par le Conseil de gestion, oriente le travail d'ISOE et du Secrétariat entre les réunions du Conseil de gestion. Ils reçoivent tous deux l'appui du Secrétariat conjoint AEN/AIEA. Quatre centres d'appui technique ISOE (Amérique du Nord, Asie, Europe et AIEA) sont chargés des opérations techniques au jour le jour et font office de points de contact pour l'échange d'informations avec les participants. Dans chaque pays, un coordinateur national sert

d'intermédiaire entre les participants à ISOE et le programme lui-même. En fonction des besoins, des groupes de travail spécialisés et des groupes d'experts sont créés par le Conseil de gestion pour atteindre les objectifs qu'ISOE s'est fixés sur des sujets spécifiques. Il existe actuellement trois groupes de travail actifs : le Groupe de travail sur l'analyse des données (WGDA), le Groupe de travail sur les questions liées à la radioprotection des activités de démantèlement dans les centrales nucléaires (WGDECOM) et un nouveau groupe d'experts créé pour mettre à jour le Manuel de gestion du travail (Work Management Book) d'ISOE. Le Conseil de gestion a également créé un groupe de travail pour examiner et recommander des modifications de la structure d'ISOE, en particulier des centres techniques et de leurs pratiques de financement, et pour recommander des manières de soutenir les services de secrétariat fournis par l'AEN.

La base de données sur l'exposition professionnelle d'ISOE contient des informations sur les niveaux de radioexposition professionnelle et les tendances observées dans 355 tranches nucléaires en exploitation et 68 tranches en arrêt à froid ou à un stade quelconque de démantèlement de 31 pays, soit environ 80 % des réacteurs de puissance du monde. La base de données, les publications, les

visites comparatives, les symposiums annuels et le site Internet du réseau ISOE facilitent les échanges entre participants concernant l'expérience d'exploitation et les leçons tirées de l'optimisation de la radioprotection professionnelle.

En 2018, le programme ISOE a continué de mettre l'accent sur l'échange de données, d'analyses, de bonnes pratiques et d'expériences en matière de radioexposition professionnelle dans les centrales nucléaires, ainsi que sur l'amélioration de la qualité de la base de données sur la radioexposition professionnelle. Les principaux travaux menés en 2018 ont été notamment : la collecte et l'intégration des données de 2017 dans la base de données d'ISOE et la publication de rapports nationaux d'ISOE concernant 2017, la publication des nouvelles fiches d'information d'ISOE et l'organisation de trois visites comparatives.

ISOE a organisé un symposium international ALARA à Tokyo (Japon) en octobre 2018 et deux symposiums régionaux : l'un pour la région Amérique du Nord, à Fort Lauderdale (États-Unis) en janvier 2018, et l'autre pour l'Europe, à Uppsala (Suède) en juin 2018. Ces symposiums permettent notamment aux électriciens de se rencontrer dans un cadre international.

Gestion des déchets radioactifs

L'objectif de l'AEN dans ce secteur 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 et le combustible nucléaire usé et de fournir aux gouvernements et aux autres parties prenantes concernées des informations fiables et faisant autorité sur les aspects politiques, stratégiques et réglementaires du démantèlement des installations nucléaires.



Activités de gestion des connaissances

L'initiative sur la préservation des documents, des connaissances et de la mémoire (RK&M) d'une génération à l'autre s'est terminée en avril 2018. Le groupe en charge de ce projet a finalisé son rapport et cinq autres documents d'appui pendant le reste de l'année. Parmi ces documents figureront des rapports sur : i) les documents, les connaissances et la mémoire, ii) l'élaboration d'un fichier d'informations clés pour les centres de stockage de déchets radioactifs ; iii) la compilation de documents essentiels pour les centres

Faits marquants

- En 2018, l'AEN a poursuivi sa participation à l'initiative conjointe de la Commission européenne, de l'AIEA et de l'AEN sur le combustible usé et les déchets radioactifs dans le cadre du projet *Status and Trends*. La méthode de présentation des inventaires nationaux de déchets élaborée par le Groupe d'experts sur les méthodologies d'inventaire des déchets et de communication d'inventaire (EGIRM) a été présentée dans le projet de second rapport de *Status and Trends*.
- En 2018, le Comité de direction de l'AEN a approuvé l'établissement d'un nouveau comité technique permanent - le Comité sur le démantèlement des installations nucléaires et la gestion des situations historiques (CDLM) - pour accroître la visibilité des activités concernées à l'AEN et mieux répondre aux besoins croissants des pays membres dans ces domaines.
- En 2018, l'AEN a organisé, en coopération avec le METI, un Atelier international d'approfondissement des connaissances sur le dossier de sûreté des centres de stockage géologique et la confiance du public vis-à-vis du projet de construction de centre de stockage japonais. Cela a permis d'exposer les pratiques optimales de communication avec les parties prenantes, notamment les stratégies de communication des informations techniques aux parties prenantes ne disposant pas de connaissances techniques.
- En 2018, le RWMC a publié plusieurs rapports : i) *Microbial Influence on the Performance of Subsurface, Salt-Based Radioactive Waste Repositories* ; ii) *Managing Information and Requirement in Geological Disposal Programmes* ; iii) *National Inventories and Management Strategies for Spent Nuclear Fuel and Radioactive Waste* ; iv) *Recycling and Reuse of Materials Arising from the Decommissioning of Nuclear Facilities*

de stockage de déchets radioactifs ; iv) une bibliographie de référence ; v) un catalogue de la législation, de la réglementation et des guides qui régissent la préservation des documents, des connaissances et de la mémoire pour les centres de stockage de déchets radioactifs. En outre, le RWMC a commencé les travaux préparatifs des prochaines activités dans le domaine de la gestion de l'information, des données et des connaissances selon une démarche holistique. En janvier 2019, un atelier dédié à ce thème aura lieu pour analyser et intégrer les résultats des activités passées (à savoir, RK&M, RepMet, EGIRM) et créer un projet de feuille de route pour de prochaines activités dans ce domaine.

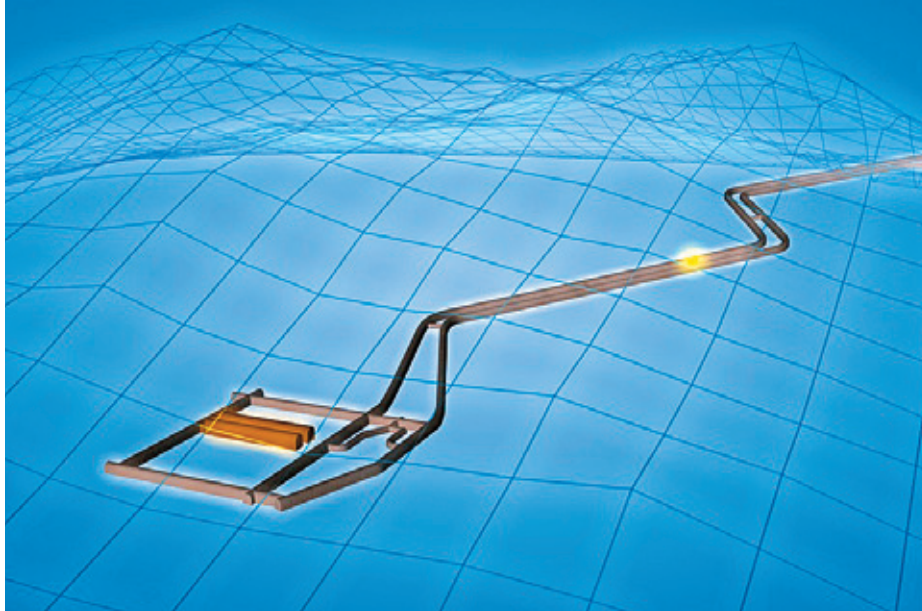


Schéma des chambres de stockage souterraines.

Bátaapáti NRWR, Hongrie

Le Forum des régulateurs

Le forum des régulateurs (RWMC-RF) a débattu du rôle qui sera le sien après la création du CDLM. Il a été convenu qu'il soutiendrait à la fois le RWMC et le CDLM en traitant des aspects réglementaires de l'aval du cycle du combustible nucléaire. En 2018, le forum a rédigé un rapport sur la gestion des compétences des régulateurs intitulé *Competency Management of Regulators*, qui s'intéresse au risque de perte de connaissances et de savoir-faire en matière de réglementation des activités relatives aux déchets radioactifs. S'agissant des activités de réglementation des activités de démantèlement, le forum a organisé en juin 2018 un atelier commun avec le Groupe de travail sur le déclassement et le démantèlement (WPDD). Cet atelier a permis d'évaluer l'intérêt d'une possible coopération entre les deux groupes et de mettre en évidence des aspects de la réglementation relative au démantèlement qui pourraient être améliorés.

Le dossier de sûreté des centres de stockage géologique

En 2018, l'AEN a organisé la Troisième Conférence internationale du Groupe d'intégration pour le dossier de sûreté (IGSC) sur le thème suivant : Compréhension actuelle et perspectives pour les centres de stockage géologique de déchets radioactifs. Cette conférence, qui a lieu tous les cinq ans, est un élément clé du pour l'IGSC dans la mesure où elle permet de faire le point sur l'état d'avancement des dossiers de sûreté des centres de stockage géologique. Depuis 2013, plus de 140 participants de 17 pays ont pris part aux discussions relatives à l'avancement des dossiers de sûreté et aux difficultés susceptibles de se poser à l'avenir.

En 2017, l'IGSC a créé le Club roches cristallines – un club scientifique qui vise à renforcer les connaissances sur le comportement et la caractérisation des formations cristallines, susceptibles d'accueillir des centres de stockage géologique des déchets radioactifs à vie longue. Suivant le modèle fructueux des Clubs sel et argile, le Club roches cristallines a commencé par dresser la liste des propriétés des roches cristallines et à recueillir des données scientifiques sur ce sujet. En 2018, le groupe a préparé un rapport de situation qui fera la synthèse des connaissances actuelles et des attributs des roches granitiques dans la perspective de la construction de centres de stockage géologique de déchets radioactifs.

En 2018, l'IGSC a publié un rapport intitulé *Managing Information and Requirement in Geological Disposal Programmes*, qui montre comment la gestion des informations et des spécifications est mise en œuvre et exécutée au sein de diverses organisations membres, répertorie les similitudes et divergences et envisage de possibles domaines de collaboration.

L'IGSC a également publié une nouvelle liste internationale des caractéristiques, événements et process (IFEP – v3.0). Cette mise à jour marque une étape pour cet outil qui est utilisé par la communauté de la gestion des déchets radioactifs pour l'examen de sûreté après clôture des centres de stockage géologique. Cette publication a accompagné le lancement de la nouvelle base de données sur les caractéristiques, événements et process sur le site internet de l'AEN, qui héberge la liste IFEP-v3.0 et facilite la consultation grâce à une interface graphique plus moderne et plus intuitive.

Le Club argile a progressé dans l'étude des propriétés des eaux interstitielles dans les formations argileuses, dans le cadre du projet CLAYWAT, mené par l'université de Berne, en Suisse. Des résultats plus détaillés de ce projet seront publiés en 2019-2020.

Le Groupe d'experts sur la sûreté en exploitation (EGOS) a poursuivi ses travaux sur la gestion du risque incendie dans les installations souterraines, les technologies de transport et de mise en place des colis, les critères d'acceptation des déchets et les bases de données sur les risques en exploitation.

Gestion des métadonnées relatives aux centres de stockage de déchets radioactifs (RepMet)

RepMet était une initiative de l'IGSC dont l'objectif était de promouvoir une meilleure compréhension d'un aspect essentiel de la gestion des données : l'identification et l'administration des métadonnées afin d'aider les programmes nationaux à gérer les données relatives au stockage de déchets radioactifs d'une manière qui soit harmonisée à l'échelle internationale et adaptée à une gestion et une utilisation à long terme.

Le groupe RepMet a mis un terme à ces activités à la fin de 2017. Il a publié ses rapports de clôture en 2018 : i) un rapport

La cuve sous pression du réacteur d'une centrale nucléaire en cours de déclasserment.

Nuclear Regulatory Commission, États-Unis



de haut niveau illustrant l'importance de la mise en œuvre de métadonnées dans le domaine de la gestion des déchets radioactifs (*Metadata for Radioactive Waste Management*), trois rapports techniques proposant des études de conception de bases de données sur des sujets relatifs à la gestion des déchets radioactifs (*Site Characterisation Library, Waste Package Library, Repository Library*) et iii) un guide sur les outils et techniques employés pour l'étude de conception de ces bases de données (*RepMet Tools and Guidelines*).

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

En 2018, le Groupe d'experts du RWMC sur les méthodes d'inventaire des déchets et de communication d'inventaire (EGIRM) a mis la dernière main à un système universel de présentation des données des inventaires de déchets radioactifs et de combustible usé, a testé la méthode qui y est associée et a rédigé des recommandations pour l'harmonisation des processus de reporting à utiliser dans l'outil établi à cet effet par l'AIEA avec l'appui de la CE et de l'AEN. Le groupe d'experts a également élaboré des recommandations relatives à la présentation des inventaires nationaux de combustible usé/déchets radioactifs en vue de faciliter les comparaisons (par ex. formule d'équivalence entre le volume de déchets radioactifs bruts et le volume de déchets conditionnés qui devront être stockés). La méthode conçue permet de répondre aux exigences qui pourraient être imposées aux gestionnaires de déchets potentiels, notamment ceux qui sont identifiés dans la Convention commune, la Directive 2011/70/Euratom et le projet commun *Status and Trends*. Toutes les matières radioactives et tout le combustible usé inventoriés en tant que déchets peuvent être représentés dans ce système, sous un format commun, en fonction de la stratégie de stockage adoptée dans un pays donné. Un rapport de l'AEN synthétisant les résultats des travaux de l'EGIRM sera publié en 2019.

En 2018, la méthodologie élaborée par l'EGIRM a été présentée à la communauté nucléaire lors de divers événements : une session spéciale lors du 5^e Sommet international sur le démantèlement (janvier 2018, Berlin), l'atelier de l'AEN sur la mise en œuvre de la méthode de l'EGIRM (février 2018, Paris), une réunion technique sur ce sujet organisée par l'entreprise publique russe Rosatom

(juin 2018, Moscou). Le projet *Status and Trends* de l'AEN, l'AIEA et la CE évalue l'intérêt d'intégrer la méthode de l'EGIRM dans sa future méthode de reporting.

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 (EGFWM) a achevé ses travaux en 2016, et les résultats ont été utilisés dans les programmes japonais de démantèlement de Fukushima Daiichi. En 2018, le Groupe d'experts sur les méthodes de caractérisation des déchets non conventionnels et historiques (EGCUL) a été créé pour débattre des démarches stratégiques de caractérisation de grandes quantités de déchets aux propriétés inconnues. L'EGCUL a tenu sa première réunion en novembre, à Fukushima, au Japon.

Projet de base de données thermodynamiques

Lancé en 1984 sous la forme d'une activité commune à la Banque de données de l'AEN et au 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 centres de stockage de déchets radioactifs. La mise en œuvre du nouveau logiciel conçu et réalisé en 2016 est toujours en cours. 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. Pour de plus amples informations sur le projet TDB et sur les activités menées en 2018, voir p. 60.



Contact :
Rebecca Tadesse
Chef de la Division de la gestion
des déchets radioactifs
+33 (0)1 45 24 10 40
rebecca.tadesse@oecd-nea.org

Démantèlement des installations nucléaires et gestion des situations historiques

L'objectif de l'AEN dans ce domaine est d'encourager la coopération internationale pour développer les fondements scientifiques, technologiques et juridiques nécessaires au démantèlement des installations nucléaires et à la gestion des sites historiques de manière sûre et économique.

Démantèlement

La 19^e réunion annuelle du Groupe de travail sur le déclassement et le démantèlement (WPDD) s'est tenue en novembre au siège de l'AEN, à Boulogne-Billancourt, en France. Quarante délégués représentant 15 pays membres de l'AEN et deux organisations internationales y ont participé. Après la création du CDLM en 2018, le mandat du WPDD devait se terminer et le groupe être dissous à la fin de l'année 2018. Au cours de la réunion, deux sous-groupes du WPDD, le Groupe d'estimation des coûts du démantèlement (DCEG) et le Groupe d'experts sur l'optimisation de la gestion des matières et des déchets radioactifs de faible activité issus du démantèlement (TGOM) ont soumis leurs rapports finaux à l'examen du groupe de travail. La séance thématique de la réunion a été consacrée au transfert des connaissances du WPDD vers le CDLM. Il en est résulté des recommandations des membres du WPDD concernant le programme de travail du CDLM.

Le Groupe d'estimation des coûts du démantèlement (DCEG) du WPDD réalise une étude comparative des coûts du démantèlement des centrales nucléaires et a pour objectif de fournir aux décideurs politiques et aux autorités de réglementation un aperçu des différentes démarches comparatives de collecte et de partage de données sensibles relatives aux coûts du démantèlement. Quatre réunions se sont tenues en 2018 en vue de produire un rapport illustrant les applications pratiques des concepts et méthodes de comparaison ainsi que de l'élaboration d'une potentielle feuille de route pour la mise en œuvre de ces démarches. La publication du rapport est prévue pour le début de 2019.

Faits marquants

Pour atteindre l'objectif de l'AEN et renforcer l'appui offert aux pays membres en matière de démantèlement des installations nucléaires et de gestion des situations historiques, l'AEN a créé, le 18 avril 2018, le Comité sur le démantèlement des installations nucléaires et la gestion des situations historiques (CDLM). Ce comité assistera les pays membres dans la gestion d'une large gamme de sujets relatifs au démantèlement, dont la gestion des situations et déchets historiques. En juin 2018, l'AEN, soucieuse de préciser la mission du CDLM et d'assurer une coopération efficace entre comités techniques permanents, a organisé une réunion du Groupe consultatif avec les présidents des comités et groupes de travail concernés. Le Groupe consultatif a dressé une liste de recommandations détaillées pour guider le CDLM dans le développement et la gestion de ses activités. En juillet, l'AEN a invité tous les pays membres à nommer des délégués au CDLM et, en octobre 2018, une réunion inaugurale a eu lieu en présence de tous les délégués pour examiner certaines des questions administratives et commencer à organiser les travaux du comité. Le 16 janvier 2019, le CDLM organisera un atelier pour dresser l'ordre de priorité des sujets relatifs au démantèlement et à la gestion des situations historiques, mais aussi pour mieux cibler les besoins des pays membres en la matière. La première session plénière du CDLM se tiendra en mars 2019. Le comité y débatera de son programme de travail pour 2019-2020, élira son président et confirmera la composition de son Bureau.

Parmi les sujets qui intéressent le CDLM figurent :

- le déclassement et le démantèlement de diverses installations nucléaires (par ex., des installations d'entreposage de déchets radioactifs et de combustible usé, de traitement du combustible usé, entre autres) et de tous les types de réacteurs ;
- l'élaboration de recommandations pratiques sur la réglementation et la gestion des déchets historiques et des sites abritant des déchets ainsi que la libération des sites historiques.

Le Groupe d'experts sur la préparation au démantèlement pendant l'exploitation et après l'arrêt définitif d'une installation (TGPFDD) a terminé ses travaux et a publié, en mai 2018, un rapport sur la préparation au démantèlement pendant l'exploitation et après l'arrêt définitif. Ce rapport se concentre sur les démarches stratégiques, les questions qui sont susceptibles de se poser, les risques et les bonnes pratiques observées. Il étaye des projets de démantèlement en cours ou à venir en faisant des observations et recommandations relatives au développement et à l'optimisation des stratégies ainsi qu'à la préparation du démantèlement des installations nucléaires.

Le Groupe d'experts sur l'optimisation de la gestion des matières et des déchets radioactifs de faible activité issus du démantèlement (TGOM) continue d'examiner les stratégies et démarches susceptibles d'améliorer les dispositifs nationaux de gestion des matières radioactives de faible activité issues du démantèlement. Il s'est réuni deux fois en 2018 pour étudier différentes mesures et relations entre les facteurs qui sont en jeu et présentera, dans un rapport de situation, les mécanismes qui sous-tendent ces facteurs ainsi que les contraintes rencontrées dans l'application pratique des optimisations. La publication du rapport est prévue pour le début de 2019.

Gestion des situations historiques

En 2018, le Groupe d'experts sur la gestion des passifs historiques (EGLM) du Comité de protection radiologique et de santé publique de l'AEN (CRPPH) a continué d'évaluer les difficultés posées par la gestion des sites historiques du

point de vue de la radioprotection et a mis en évidence les bonnes pratiques observées en la matière. Pour ce faire, il a examiné 13 situations historiques dans 13 pays membres. En 2019, il publiera un rapport présentant le résultat de ses travaux. Toujours en 2019, le CDLM reprendra les activités de gestion des sites historiques et l'EGLM sera placé sous sa tutelle. Le champ d'action du groupe sera probablement élargi à l'élaboration de recommandations en matière de réglementation et de gestion des déchets historiques et de sites abritant des déchets.



Contact :
Rebecca Tadesse
 Chef de la Division de la gestion
 des déchets radioactifs
 +33 (0)1 45 24 10 40
 rebecca.tadesse@oecd-nea.org

Projet commun

Programme de coopération pour l'échange d'informations scientifiques et techniques sur les projets de démantèlement d'installations nucléaires

Le programme de coopération pour l'échange d'informations scientifiques et techniques sur les projets de démantèlement d'installations nucléaires (CPD) est une entreprise commune à un petit nombre d'organisations qui procèdent activement à l'exécution ou à la planification du démantèlement d'installations nucléaires. Lancé en 1985, 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 73 projets (42 réacteurs et 31 installations du cycle du combustible) relevant de 14 pays membres de l'AEN, d'une économie non membre et de la Commission européenne. L'accord qui a fondé le programme est entré en vigueur le 1^{er} janvier 2014 et a expiré le 31 décembre 2018. Un nouvel accord

concernant la période 2019-2023 est entré en vigueur le 1^{er} janvier 2019.

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 économiques dans le cadre de tous les projets de démantèlement. Chaque année, le Groupe technique consultatif (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 ou négatifs de leur expérience en matière de démantèlement. En 2018, une visite a eu lieu à la centrale nucléaire José Cabrera, à Pastrana, en Espagne.

Les besoins croissants en matière de démantèlement à travers le monde ont fait apparaître d'autres difficultés, comme le démantèlement et la décontamination de réservoirs fortement contaminés. En avril 2017, pour

traiter cette question, le CPD a créé un nouveau groupe de travail pour échanger sur l'expérience acquise par les membres dans le démantèlement de réservoirs fortement contaminés, ainsi que pour évaluer les enseignements et les pratiques optimales en la matière. Une réunion du groupe de travail a eu lieu lors de la 65^e réunion du TAG en octobre 2018, à Karlsruhe, en Allemagne.

Pour mettre à disposition l'expérience et les connaissances acquises par le CPD en matière de démantèlement, une base de connaissances du TAG a été créée sur le site web de l'AEN après avoir été approuvée par le CPD en 2017. Elle permet aux membres du CPD d'accéder facilement aux informations sur les projets du CPD concernant les réacteurs et les installations du cycle du combustible. Elle est enrichie de nouvelles données fournies par les membres au fur et à mesure de leur réception.

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 fondamentales indispensables pour assurer le fonctionnement sûr, fiable et économique des filières nucléaires actuelles et de prochaines générations. Les agents de l'AEN collaborent étroitement avec le Comité des sciences nucléaires (NSC) et ses groupes de travail.



Physique des réacteurs

Les travaux de l'AEN dans ce domaine ont été essentiellement consacrés à la vérification et à la validation des codes utilisés pour prédire le comportement des systèmes de réacteurs existants et avancés. Les activités des groupes d'experts couvrent les domaines du comportement du combustible en pile, des rayonnements et du blindage pour les réacteurs, des accélérateurs et des installations de fusion, de la physique des réacteurs et des systèmes nucléaires avancés ainsi que de l'analyse des incertitudes.

Le Manuel du Projet international d'évaluation des expériences de physique des réacteurs (IRPhE) a été considérablement enrichi en 2018, avec des benchmarks de criticité de l'Experimental Breeder Reactor-II (EBR-II), aux États-Unis, et du Fast Critical Assembly (FCA), au Japon. Le manuel inclut désormais des indices de spectre

Faits marquants

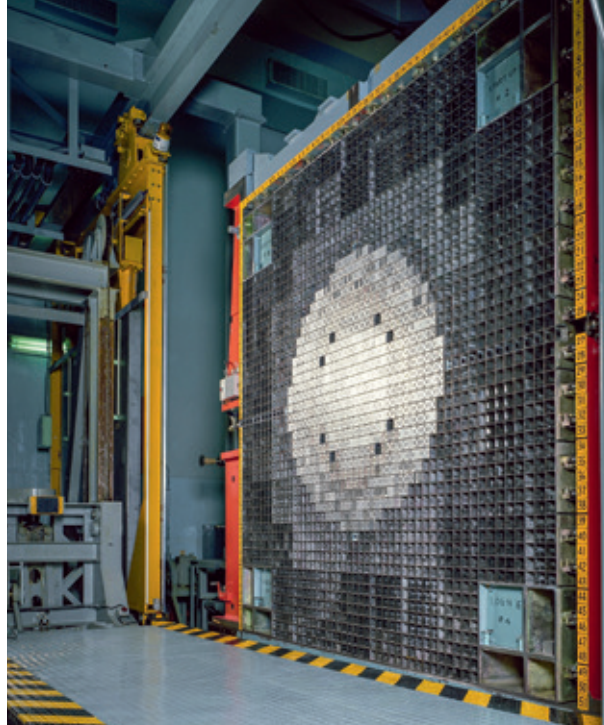
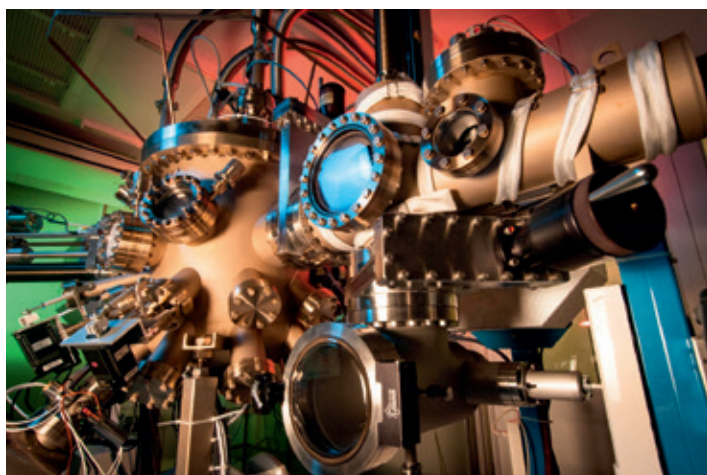
- Les rapports intitulés *State-of-the-Art Report on the Progress of Nuclear Fuel Cycle Chemistry* et *State-of-the-Art Report on Light Water Reactor Accident-Tolerant Fuels* ont été publiés respectivement en mars et octobre 2018.
- Deux nouveaux sous-groupes ont été créés au sein du Groupe de travail sur la coopération internationale pour l'évaluation des données nucléaires (WPEC) et du Groupe de travail sur la sûreté-criticité nucléaire (WPNCs).
- Une base de données relationnelle et une interface utilisateur associée pour les expériences internationales sur le comportement du combustible (DATIF) ont été mises au point pour tirer profit des données léguées par les Expériences internationales sur le comportement du combustible (IFPE) de l'AEN et de l'AIEA et pour héberger des données relatives aux combustibles générées par de nouvelles campagnes expérimentales.
- Le projet commun sur la caractérisation thermodynamique des débris de combustible et des produits de fission basée sur l'analyse des scénarios de progression de l'accident grave survenu dans la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi (TCOFF) a mené à bien un appel à projets de R-D et a accordé des financements à quatre organisations.
- Le projet commun de base de données internationale sur la thermodynamique des combustibles avancés (TAF-ID) a entamé sa deuxième phase et a tenu une réunion inaugurale en octobre 2018.
- Les ateliers intitulés *Enhancing Experimental Support for Advancements in Fuels and Materials* et *Building Multinational Fuel and Materials Testing Capacities for Science, Safety and Industry* ont été organisés en janvier et octobre 2018, avec pour objectif d'établir un nouveau cadre et projet commun de l'AEN qui renforcera les capacités expérimentales en faveur de la recherche sur les combustibles et matériaux nucléaires.

pour fournir des données précieuses pour la validation des données nucléaires. Pour la première fois, le manuel de l'IRPhE s'accompagne d'un guide sur les incertitudes qui regroupe les enseignements tirés du projet et permettra la transformation des mesures en un benchmark reposant sur des expériences évaluées selon les règles de l'art. La nouvelle édition du manuel de l'IRPhE a été publiée à la fin de 2018.

Le Groupe d'experts sur les données d'expériences multiphysiques, les benchmarks et la validation (EGMPEBV) s'intéresse à la certification des données expérimentales et des modèles de benchmark et établit les procédés et procédures d'utilisation de ces données pour la validation des outils et données de simulation et de modélisation

Centre de recherche "Nanocenter", formation à la méthode de dépôt par laser pulsé.

MEPHI, Russia



Fast Critical Assembly (FCA).

Japan Atomic Energy Agency (JAEA), Japon.

multiphysique. En 2018, il a finalisé un rapport de synthèse intitulé *Existing Procedures and Guidelines for Multi-Physics Validation*. En outre, deux benchmarks ont commencé en 2018 : le benchmark de la centrale Rostov-2 et le benchmark sur la validation multiphysique des interactions mécaniques pastille-gaine de Studsvik R2, qui permettront l'application des résultats des travaux du groupe. Les spécifications de ces benchmarks avaient été préparées et débattues lors des réunions tenues dans le cadre de l'Atelier sur l'analyse des incertitudes en matière de modélisation (UAM), organisé en conjonction avec la conférence intitulée *Best Estimate Plus Uncertainty* (BEPU), en mai 2018 à Lucca, en Italie. Un troisième benchmark basé sur les données du cycle du combustible du réacteur de la tranche 1 de Watt's Bar, mené conjointement avec le Consortium for Advanced Simulation of Light Water Reactors (CASL) du ministère de l'Énergie des États-Unis est en préparation et pourra être lancé lors du prochain atelier annuel de l'UAM en mai 2019 à Knoxville, Tennessee, aux États-Unis.

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, le stockage des déchets et les fluides caloporteurs. Ces deux dernières années, les membres du Groupe de travail sur les aspects scientifiques du cycle du combustible (WPFC) et ses groupes d'experts ont élaboré un programme de travail important axé essentiellement sur les cycles avancés du combustible et des activités pluridisciplinaires. Le rapport intitulé *State-of-the-Art Report on the Progress of Nuclear Fuel Cycle Chemistry*, préparé par le Groupe d'experts sur la chimie du recyclage du combustible, a été publié en mars 2018. Deux rapports supplémentaires ont été publiés à la fin de 2018, l'un sur la phase deux du Groupe d'experts sur le benchmarking de modèles de boucles thermohydrauliques pour les systèmes avancés d'énergie

nucléaire refroidis au plomb (LACANES), et l'autre sur les installations d'essai de matériaux et les installations de R-D pour le retraitement du combustible usé.

La 15^e réunion d'échange d'informations sur la séparation et la transmutation des actinides et des produits de fission a été accueillie par le National Nuclear Laboratory à Manchester, au Royaume-Uni, du 30 septembre au 3 octobre 2018. Quelque 120 participants de 15 pays et de 3 organisations internationales ont débattu des derniers développements dans les domaines de la séparation et de la transmutation ainsi que du cycle du combustible nucléaire avancé.

Des progrès importants ont été réalisés dans les activités commencées en 2017 concernant les propriétés des combustibles pour les réacteurs à neutrons rapides dans le contexte du Groupe d'experts sur les combustibles innovants (EGIF), y compris une revue internationale du recyclage et de la réutilisation de composants du combustible usé. En 2018, le Groupe d'experts de l'AEN sur la chimie du recyclage du combustible (EGFRC) a commencé à créer une base de données des agents d'extraction pour le retraitement du combustible usé.

Sûreté-criticité nucléaire

Le WPNCs est responsable de la coordination et de la maintenance de la base de données sur la composition isotopique du combustible usé (SFCOMPO) et de la base de données du Projet international d'expériences de criticité (ICSBEP). Il est également chargé de coordonner les activités techniques dans les domaines de la quantification des incertitudes pour les évaluations de sûreté-criticité, de l'utilisation du code de transport Monte-Carlo, des données sur la teneur isotopique du combustible usé et des recherches sur la criticité du combustible usé ainsi que de l'analyse des excursions de criticité.

Sept nouveaux sous-groupes créés en juillet 2018 concentreront leurs activités sur les sujets suivants : le rôle des incertitudes des expériences intégrales dans la validation en sûreté-criticité ; la simulation des poudres humides de MOX ; l'effet de la température sur la criticité des assemblages

de combustible de réacteurs à eau pressurisée ; l'analyse des accidents de criticité antérieurs ; les besoins expérimentaux en matière d'évaluation de sûreté-criticité ; la convergence des sources de fission et le sous-échantillonnage dans les calculs de criticité de Monte-Carlo ; l'analyse de la sensibilité et des incertitudes pour l'inventaire du combustible usé.

Le Groupe d'examen technique pour l'évaluation des données sur la composition isotopique du combustible usé de la base de données SFCOMPO a été créé et tiendra sa première réunion en mars 2019.

Le Groupe d'examen technique du projet ICSBEP a tenu une réunion dans les locaux de l'AEN le 22 octobre 2018. Quatre évaluations ont été soumises à un examen technique et seront incorporées à la prochaine version du manuel ICSBEP après traitement des commentaires. Des mises à jour mineures ont été apportées à la base de données d'ICSBEP (DICE). La nouvelle édition du manuel ICSBEP a été publiée à la fin de 2018.

Le WPNCS collabore étroitement avec l'IRSN pour organiser en France la Conférence internationale sur la sûreté-criticité 2019 (ICNC 2019).

Science des matériaux

Le Comité des sciences nucléaires (NSC) a renforcé son programme de travail sur les combustibles nucléaires et les matériaux de structure, notamment s'agissant de la modélisation avancée, des recherches sur les matériaux avancés et de la création et la maintenance de bases de données.

Le Groupe de travail sur la modélisation multi-échelle des combustibles et matériaux de structure pour les systèmes nucléaires (WPMM) est un forum international permettant l'échange et le débat concernant l'examen, l'évaluation et la promotion de la modélisation multi-échelle et des techniques de simulation appliquées à la recherche et au développement de matériaux pour les systèmes nucléaires.

En 2018, il a publié un rapport sur l'état de l'art intitulé *Unit Mechanisms of Fission Gas Release: Current Understanding and Future Needs*, qui a été publié dans le *Journal of Nuclear Materials*. Il prépare actuellement un autre rapport sur l'état de l'art qui passera en revue les modèles et les méthodes de simulation par ordinateur employés à différentes longueurs et différentes échelles temporelles pour décrire les propriétés des matériaux présentant un intérêt pour l'industrie de l'énergie nucléaire. La publication de ce rapport est prévue pour le milieu de 2019.

Le Groupe d'experts sur les ATF pour réacteurs à eau légère (EGATFL) a publié un rapport sur l'état de l'art présentant l'ensemble des propriétés et comportements fondamentaux des combustibles ATF et des matériaux du cœur dans des conditions normales et accidentelles. Il a été présenté lors d'un webinaire de l'AEN et lors de la conférence Top Fuel 2018 à Prague, en République tchèque. L'EGATFL est désormais chargé d'identifier de nouveaux domaines de recherche en lien avec les obligations en matière de sûreté.

Données nucléaires

Le Groupe de travail sur la coopération internationale pour l'évaluation des données nucléaires (WPEC) a finalisé les activités de deux sous-groupes, y compris du projet d'organisation d'une bibliothèque collaborative internationale de données évaluées (*Collaborative International Evaluated Library Organisation* - CIELO) et d'une activité concernant les nouvelles méthodes d'évaluation des opérateurs de diffusion des neutrons thermiques. Le projet CIELO a abouti à la production d'isotopes réévalués de l'uranium, du plutonium, du fer, de l'oxygène et de l'hydrogène, avec des améliorations dues à des expériences modernes, de nouvelles capacités de modélisation, une analyse plus complète des incertitudes et une validation améliorée à l'aide d'expériences intégrales. Cette dernière activité a grandement bénéficié d'autres activités et applications du NSC, notamment l'outil de test de la sensibilité des données nucléaires (NDaST). Les nouvelles données nucléaires évaluées ont été adoptées par tous les participants et sont d'une importance critique pour la simulation des systèmes nucléaires. De nouvelles évaluations de la diffusion des neutrons thermiques, basées sur des calculs *ab initio*, ont été incluses dans les évaluations, apportant ainsi une amélioration révolutionnaire dans un domaine technique où l'activité avait été limitée au cours des deux dernières décennies. Ce renouveau est dû à des découvertes dans le milieu de la recherche. Le WPEC a réuni toutes les parties concernées pour traduire ces avancées théoriques en jeux de données utilisables pour des applications.

Le programme de travail du WPEC comprend désormais un examen des expériences intégrales nécessaires à la validation des données nucléaires. En particulier, un sous-groupe a été créé en 2018 pour déterminer l'ordre de priorité des expériences de la Base de données et archive des benchmarks intégraux sur le blindage (SINBAD) à évaluer sous l'égide du WPRS.

Pour soutenir les activités du WPEC, l'AEN a mis en place un nouveau système appelé GitLab. Des espaces collaboratifs ont été créés pour de multiples groupes, y compris des espaces de stockage de données, de documentation et de projets de code. Ce système propose des outils interactifs de gestion et de contrôle des versions ainsi que des processus automatisés d'assurance-qualité qui amélioreront la coopération entre groupes.

Gestion et préservation des données

En coopération avec la Banque de données de l'AEN, le Comité des sciences nucléaires crée et tient à jour des bases de données destinées à la préservation et à l'évaluation des informations sur la sûreté-criticité (ICSBEP), la physique des réacteurs (IRPhE), le blindage (SINBAD), le comportement du combustible (IFPE) et la composition isotopique du combustible usé (SFCOMPO). En outre, NDaST inclut désormais des données provenant des bases de données sur la sûreté-criticité (DICE) et la physique des réacteurs (IDAT) et offre accès aux fonctionnalités de l'outil de visualisation des données nucléaires JANIS.

L'atelier du NSC intitulé
"Enhancing Experimental Support for
Advancements in Fuels and Materials"
s'est tenu en janvier 2018
à Paris, France.



Les manuels ICSBEP et IRPhEP sont les normes internationales reconnues de conversion de données expérimentales brutes en benchmarks de haute-fidélité et ont permis à la communauté nucléaire, au fil des décennies, d'améliorer la validation des données nucléaires fondamentales et des outils de simulation. Ces deux dernières années, le NSC a accru ses efforts pour élargir cette expérience à d'autres domaines. Ainsi, en 2018, il a créé une nouvelle base de données relationnelle accompagnée d'une interface utilisateur appelée DATIF. DATIF va faciliter l'accès aux données de la collection de documents concernant les expériences internationales sur le comportement du combustible (IFPE), créée conjointement par l'AEN et l'AIEA. Ce toilettage avait été demandé par la communauté nucléaire, notamment par le Groupe d'experts sur le comportement des combustibles des réacteurs (EGRFP), chargé de la maintenance de l'IFPE. Au début de 2019, la conception de la base de données était en cours de finalisation. Un prototype sera examiné par le groupe d'experts. La version bêta sera publiée en 2019. En outre, la base internationale de données expérimentales sur les systèmes thermohydrauliques (TIETHYS), publiée en 2017, a été enrichie de nouvelles entrées, références et matériaux, notamment d'une ressource sur le modèle de développement de l'installation d'essais de perte de réfrigérant (LOFT) tiré de la documentation de la Standardized Consolidated Calculated and Reference Experimental Database (SCCRED), qui sera utilisé comme exemple pour d'autres installations.

Éducation et compétences

Dans le domaine de l'éducation aux technologies nucléaires, l'AEN poursuit la mise en œuvre du Cadre d'échange pour l'enseignement, les compétences et les technologies nucléaires (NEST) lancé en 2016. NEST a pour objectif l'établissement d'un cadre multinational et multidisciplinaire entre plusieurs partenaires, dont le milieu universitaire, les organisations de recherche et l'industrie, afin d'encourager une nouvelle génération d'experts et de leaders dans le domaine nucléaire en transmettant les connaissances et en offrant des formations pratiques. L'accord établissant NEST est entré en vigueur en février 2019.

Les organisations internationales offrent des opportunités intéressantes pour le développement professionnel dans le secteur nucléaire. C'est pourquoi l'AIEA, l'AEN et de hauts responsables de l'OCDE ont participé, en octobre 2018 à Moscou, à un atelier organisé par l'Académie technique de ROSATOM à destination de potentiels futurs candidats à des postes dans des organisations internationales. Ce programme faisait partie du programme de développement des ressources humaines de ROSATOM.

Afin de renforcer la coopération dans le domaine de l'enseignement et de la formation nucléaires, l'AEN a signé un accord avec le Réseau européen pour l'enseignement des sciences en octobre 2018.

En outre, la division des sciences nucléaires a proposé des stages à quatre titulaires de licence ou de maîtrise pour vivre une expérience pratique dans différents domaines techniques et dans celui de la gestion et de la préservation des connaissances.

Besoins d'expérimentation

Récemment, le NSC a lancé une initiative pour renforcer les capacités expérimentales dans le domaine des combustibles et matériaux nucléaires. L'un des objectifs principaux de ce travail est d'établir une démarche coordonnée de développement et de mise en œuvre d'expériences fondamentales dans plusieurs installations à travers le monde. Cette initiative est d'autant plus pertinente que le réacteur d'essai Halden, en Norvège, a été définitivement mis à l'arrêt. C'est dans ce contexte qu'a été organisé, en octobre 2018, sous les auspices du NSC et du CSNI, un atelier intitulé *Building Multinational Fuel and Materials Testing Capacities for Science, Safety and Industry*, en lien avec l'initiative NI2050. Cet atelier a rassemblé des participants d'électriciens, de fournisseurs de combustible, d'appuis techniques, d'autorités de sûreté et d'instituts de recherche. Il a permis de poursuivre le dialogue entamé lors de l'atelier du NSC intitulé *Enhancing Experimental Support for Advancements in Fuels and Materials* qui s'est tenu en janvier 2018 dans le but d'établir un nouveau projet commun de l'AEN auquel participeront de multiples infrastructures majeures. Plusieurs réacteurs d'essais à travers le monde peuvent représenter des installations clés dans le cadre de cette stratégie. L'AEN collabore actuellement avec les participants à cet atelier pour établir un nouveau projet commun et finaliser les conclusions de l'atelier, qui seront discutées plus avant avec les comités techniques permanents de l'AEN pertinents et diffusée parmi les pays membres de l'AEN pour alimenter le processus décisionnel en la matière.



Contact :
Tatiana Ivanova
Chef de la Division des sciences nucléaires
+33 (0)1 45 24 11 70
Tatiana.ivanova@oecd-nea.org

Projets communs

Projet TAF-ID

Le projet de base de données internationale sur la thermodynamique des combustibles avancés (TAF-ID) est financé par dix organisations de sept 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. Son objectif est de répondre aux exigences spécifiques du développement des combustibles avancés destinés à ali-

menter une future génération de réacteurs nucléaires. De nouvelles versions de la base de données de travail et de la base de données publique ont été créées par le projet TAF-ID en 2017 :

La seconde phase de ce projet (TAF-ID Phase II) a été officialisée en octobre 2018 par 11 signataires de 7 pays et la Commission européenne. Elle a pour objectif de :

- tester la validité de la base de données TAF-ID en réalisant des mesures thermodynamiques de compositions de combustible com-

plexes et en comparant les résultats des expériences et les simulations ;

- identifier l'origine des divergences constatées entre les expériences et les simulations lors de la première phase du projet TAF-ID ;
- continuer à développer la base de données en introduisant des modèles pour des systèmes binaires et/ou ternaires manquants ;
- organiser des séances de formation pour les utilisateurs de la base de données TAFID.

Projet (TCOFF)

Le projet commun sur la caractérisation thermodynamique des débris de combustible et des produits de fission basée sur l'analyse des scénarios de progression de l'accident grave survenu dans la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi (TCOFF), soutenu par les laboratoires de collaboration sur les sciences avancées du démantèlement (Collaborative Laboratories for Advanced Decommissioning Science – CLADS) de l'Agence de l'énergie atomique du Japon (JAEA) a été lancé en 2017 dans le cadre des activités post-Fukushima du NSC.

Au total, 16 organisations de 9 pays membres et la Commission européenne participent au projet TCOFF, dont l'activité se concentre de plus en plus sur l'intégration des connaissances nouvelles relatives à la thermodynamique des accidents graves aux codes d'analyse des accidents graves.

Le projet a réalisé des avancées substantielles au cours de sa deuxième année. Un appel à projet de R-D a été organisé et des financements ont été accordés à quatre organisations du Japon, des Pays-Bas et de Russie.

Le benchmark des bases de données thermodynamiques concernant l'évolution de la formation de phases dans la région du cœur de la tranche 1 durant la progression de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi a été mené à bien. Cette étude concernait les interactions entre le béton et le cœur fondu en cuve et hors cuve. Un second benchmark est en cours de préparation sur l'influence des produits de fission.

Cadre NEST

L'Accord-cadre de NEST a été finalisé au cours de l'été 2018 par les représentants des 10 pays qui forment le « noyau dur » du projet : Allemagne, Belgique, Canada, Corée, États-Unis, France, Italie, Japon, Russie et Suisse. Ce groupe s'est réuni deux fois pour évoquer l'établissement du cadre au moyen d'un accord et de projets potentiels. L'accord-cadre de NEST a été approuvé par les parties et la signature a eu lieu en février 2019.

En parallèle, plusieurs idées de projets NEST ont été suggérées et développées sur :

- la mitigation de l'hydrogène (HYMERES-2), conduit par la Suisse ;
- les technologies de téléintervention avancées (CLADS), conduit par le Japon ;
- la gestion des déchets radioactifs (y compris la manipulation du graphite irradié) et la caractérisation, le démantèlement, la décontamination et le stockage des déchets radioactifs, conduit par la Russie ;
- les petits réacteurs modulaires (SMR), conduit par le Canada avec la participation des États-Unis, de la Belgique et d'autres partenaires européens ;
- les réacteurs à sels fondus, conduit par les États-Unis.

D'autres domaines d'intérêt ont été identifiés : les centres de stockage géologique, les expériences d'essais de matériaux et les effets des faibles doses de rayonnement. Ces domaines pourraient intéresser les pays participants au cadre NEST qui souhaitent élaborer des propositions en ce sens. Les quatre projets cités ci-dessus ont été élaborés en 2018 et sont prêts à être lancés dès l'entrée en vigueur de l'accord-cadre.

Banque de données

L'objectif de la Banque de données de l'AEN est de constituer un centre international de référence pour les outils nucléaires fondamentaux, tels que les codes de calcul et les données utilisés pour analyser et prévoir les phénomènes nucléaires - y compris les données nucléaires microscopiques et thermodynamiques expérimentales évaluées ainsi que les données de benchmark. La Banque de données gère et diffuse les bases de données élaborées au sein des groupes de travail et d'experts et des projets communs de l'AEN. Elle offre à ses utilisateurs un service direct en fournissant ces outils sur demande et en coordonnant les initiatives internationales.

Services de programmes de calcul

Plus de 900 établissements sont officiellement habilités à utiliser les Services de programmes de calcul de la Banque de données.

La collection de la Banque de données contient plus de 2 000 codes de calcul et 350 expériences intégrales couvrant tous les domaines relatifs à la conception des réacteurs, à la dynamique, à la sûreté, au blindage contre les rayonnements, au comportement des matériaux et à la gestion des déchets radioactifs. En 2017, 12 nouveaux (ou nouvelles versions de) codes et 3 expériences intégrales y ont été ajoutés et la Banque de données a distribué plus de 1 024 codes de calcul et 2 328 expériences intégrales, 253 données relatives à des projets de l'AEN en sûreté et 28 ouvrages de synthèse en réponse à des demandes de pays participants. En date d'octobre 2018, 16 nouveaux programmes de calcul ou nouvelles versions de programmes de calcul et quatre projets communs en sûreté ont été ajoutés à la collection et plus de 800 programmes de calcul et 1 500 données d'expériences intégrales ont été diffusés.

En vertu de l'accord de coopération en vigueur entre le ministère 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.

En 2018, le groupe de travail de CPS a organisé deux réunions, en avril et octobre. Ce groupe se consacre à l'évolution de CPS et a adopté une nouvelle stratégie pour fournir de meilleurs services aux utilisateurs finaux et s'adapter à de

Faits marquants

- Le Conseil d'administration de la Banque de données (MBDAV) a approuvé l'introduction d'une licence mono-utilisateur pour les codes de calcul diffusés par le Service des programmes de calcul (CPS) de la Banque de données.
- Deux Semaines des données nucléaires (*Nuclear Data Weeks*) ont eu lieu en 2018, rassemblant une communauté d'expérimentateurs, d'évaluateurs et d'utilisateurs experts de données nucléaires travaillant sur divers projets relatifs aux données nucléaires.
- Le mandat du Groupe de coordination de la bibliothèque de données nucléaires évaluées sur la fission et la fusion (JEFF) a été prorogé jusqu'en 2021 et porte sur les travaux de préparation de la prochaine version de cette bibliothèque (JEFF-4).
- Le MBDAV est convenu d'organiser une réunion à haut niveau en 2019 pour renforcer les liens entre le projet JEFF et les parties prenantes des données nucléaires, y compris les acteurs industriels.
- En 2018, les Services de programmes de calcul (CPS), les Services de données nucléaires (NDS) et la Base de données thermodynamiques (TDB) de la Banque de données de l'AEN ont organisé douze formations et ateliers.
- La nouvelle base de données électronique TDB a été publiée en juillet 2018, et les activités de la sixième phase (TDB-6) seront lancées en 2019 avec 15 organisations participant à son financement.

nouvelles infrastructures de calcul. À la suite de la réunion d'avril 2018, il a recommandé l'introduction d'une licence mono-utilisateur pour les codes de calcul diffusés par CPS. En juin, cette recommandation a été examinée et adoptée par le Conseil d'administration. Les détails de ce nouveau système de licence et de sa mise en œuvre ont ensuite été discutés lors de la réunion du groupe en octobre. Sur la base de ces discussions, le plan définitif de mise en œuvre sera soumis au MBDAV pour approbation en 2019. Outre la nouvelle licence, le groupe a discuté d'autres propositions concernant la collection de programmes de calcul, le site web et les formations, toujours en vue d'améliorer les services offerts aux utilisateurs finaux.

Services de données nucléaires

La Banque de données gère de grandes bases de données nucléaires bibliographiques (Computer Index of Nuclear Data [CINDA]), expérimentales (Experimental Nuclear Reaction Data Retrievals [EXFOR]) et évaluées, consultables en ligne par les scientifiques et ingénieurs des pays participants. En sa qualité de membre du Réseau international des centres de données relatives aux réactions nucléaires (NRDC) depuis 1966, la Banque de données de l'AEN est responsable de la compilation, dans EXFOR, des données



Tunnel sinueux de code informatique numérique binaire. Shutterstock, Robert Eastman

sur les neutrons et les particules chargées générées par les programmes expérimentaux des pays participants. Au cours du premier semestre de 2018, elle a évalué et traité près de 137 nouvelles entrées représentant plus de 100 000 points de données supplémentaires, en suivant une procédure de vérification stricte. La Banque de données a mis en œuvre un nouveau système de gestion des flux à l'aide de la nouvelle plateforme GitLab de l'AEN installée sur le serveur de la Banque de données. Au total, elle a compilé 25 % environ des entrées apportées à la base de données EXFOR, compilation internationale de données de réactions nucléaires expérimentales.

Depuis 1981, la Banque de données héberge le Projet de bibliothèque de données nucléaires évaluées sur la fission et la fusion (JEFF). JEFF est un effort de coopération entrepris par les pays participants à la Base de données en vue de produire et de distribuer des bibliothèques de données nucléaires évaluées, essentiellement pour les applications de fission et de fusion. Les membres de JEFF se sont réunis en avril et en novembre 2018 pour les Semaines des données nucléaires de l'AEN, durant lesquelles les participants ont examiné les objectifs de la future bibliothèque de données nucléaires JEFF-4. Le Conseil d'administration a prorogé le mandat du groupe de coordination lors de la réunion de juin 2018 et a également approuvé la tenue d'une première réunion des parties prenantes en 2019, pour renforcer les liens entre JEFF et les parties prenantes du secteur des données nucléaires, notamment les acteurs de l'industrie, au début de la période qui verra l'élaboration de JEFF-4 (2018-2021).

Dans le cadre de ses services, la Banque de données poursuit ses efforts pour établir un système d'assurance qualité pour les fichiers de données nucléaires évaluées. En 2018, elle a mis en œuvre un prototype d'application web pour la vérification, le traitement et le test des données nucléaires évaluées appelé Cycle d'évaluation des données nucléaires (NDEC) et a élaboré un processus interne de simplification des flux nécessaires au benchmarking intégral des fichiers de données nucléaires. En 2018, elle a organisé la deuxième formation de l'AEN sur le traitement des données nucléaires.

La Banque de données est chargée du développement et de la gestion de la suite logicielle JANIS (Java-based Nuclear Data Information System), outil de visualisation des sections efficaces de première importance. JANIS est conçue pour faciliter la visualisation, la comparaison et la manipulation de données nucléaires d'EXFOR. Elle a été mise à jour avec les bases de données nucléaires les plus récentes, dont JEFF-3.3, JENDL/AD-2017, ENDF/B-VIII.0, GEFY-6.2. JANIS reste le service le plus utilisé de la Banque de données de l'AEN, avec plus de 27 000 utilisations l'an passé.

Dans le cadre de leurs travaux sur les données nucléaires, les services de données nucléaires collaborent étroitement avec le Groupe de travail de l'AEN sur la coopération internationale pour l'évaluation des données nucléaires (WPEC), qui supervise les groupes d'experts sur la liste des demandes prioritaires de données nucléaires (HPRL). La Banque de données est responsable de la gestion de cette liste sous la forme d'une base de données interactive qu'elle met à jour pour refléter les décisions du groupe d'experts. En 2018, elle a notamment procédé à une grande révision à la suite d'un examen complet de tout le contenu et de toutes les archives relatives aux demandes inactives ou ayant abouti.

Base de données d'expériences, gestion des connaissances nucléaires

La Banque de données vient en appui aux activités des autres comités techniques permanents de l'AEN en développant et en assurant la maintenance des bases de données créées et gérées par l'AEN. Parmi ces bases figurent, en 2018, dans le domaine des sciences nucléaires, la base de données internationale sur la composition isotopique du combustible usé (SFCOMPO-2.0), la base de données du manuel international d'expériences de benchmark de sûreté-criticité (DICE), l'outil d'analyse et la base de données du manuel international de physique des réacteurs (IDAT), l'outil de test de la sensibilité des données nucléaires (NDaST) et la base de données expérimentales des installations thermohydrauliques (TIETHYS). La Banque de données vient également en appui des activités relatives à la sûreté nucléaire et à la protection radiologique en assurant la maintenance des bases de données du Projet d'échange de données sur les incendies (FIRE), du Programme sur le retour d'expérience, la dégradation et le vieillissement des composants (CODAP), du Programme sur l'expérience de construction (CONEX) et du Système d'information sur la radioexposition professionnelle (ISOE).



Contact :
Kenya Suyama
Chef de la Banque de données
+33 (0)1 45 24 10 70
kenya.suyama@oecd-nea.org

Projet commun

Projet de base de données thermodynamiques

Lancé en 1984 par le Comité de la gestion des déchets radioactifs (RWMC) de l'AEN, le projet de base de données thermodynamiques sur les espèces chimiques (TDB) vise à constituer une base de données de haute qualité indispensable aux modélisations effectuées dans le cadre des études de sûreté des centres de stockage de déchets radioactifs. Le mandat actuel du projet est valable jusqu'en mars 2019. Quinze organisations représentant douze pays participent 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 dont la publication est prévue pour 2019 :

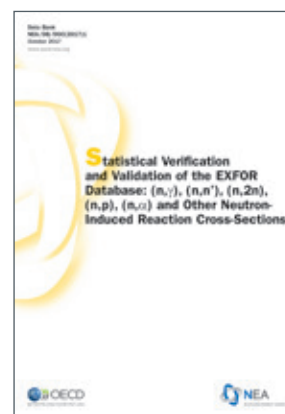
- propriétés du fer (deuxième volume) ;
- propriétés du molybdène ;
- propriétés d'une sélection de composés auxiliaires ;
- une deuxième mise à jour des données thermodynamiques de l'uranium, de l'américium, du neptunium, du plutonium et du technétium.

Deux rapports présentant l'état des connaissances sont en préparation et devraient être publiés en 2020 :

- un rapport sur la thermodynamique des phases cimentaires ;
- un rapport d'évaluation de démarches expérimentales et de

modélisation de solutions à force ionique élevée.

La nouvelle base électronique TDB a été publiée en juillet 2018. La seconde édition de la formation sur l'évaluation et la collecte de données thermodynamiques a été organisée par l'AEN et s'est déroulée à Boston, aux États-Unis. Les préparatifs pour la sixième phase du projet sont en cours. TDB-6 accueillera un nouveau participant (l'Organisation centrale pour les déchets radioactifs [COVRA] des Pays-Bas). Il est prévu que l'Accord soit signé par les 15 participants d'ici à la fin de 2018 et que les travaux débutent d'ici à avril 2019.



Affaires juridiques

L'objectif de l'AEN dans ce secteur 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 pour ce qui est de la sûreté nucléaire, du commerce international de matières et d'équipements nucléaires, des questions de la concertation publique et de la responsabilité et de la réparation des dommages nucléaires, et de constituer un centre majeur d'information et d'enseignement sur le droit nucléaire. Les agents apportent leur appui au Comité du droit nucléaire (NLC) et à ses groupes de travail.

Développement et harmonisation du droit nucléaire

Le NLC s'est réuni deux fois en 2018. Au mois de mars, les participants ont discuté des activités conduites sous ses auspices sur la responsabilité civile nucléaire et le transport, la responsabilité civile nucléaire et les centres de stockage géologique et les aspects juridiques de la sûreté nucléaire, ainsi que des évolutions récentes concernant le cadre juridique international pour la participation du public aux décisions sur l'énergie nucléaire. L'Argentine, les Émirats arabes unis, États-Unis, le Japon, le Luxembourg et la Roumanie ont fait des présentations sur les évolutions de leur droit nucléaire.

En novembre 2018, le Bureau des affaires juridiques (OLC) et les présidents des groupes de travail du NLC ont tenu le NLC informé des évolutions de leur programme de travail et de leurs activités en cours. Les participants ont discuté de la responsabilité civile nucléaire et des règles de priorité, du processus réglementaire d'autorisation, des régimes de responsabilité civile applicables aux projets de fusion et des évolutions récentes concernant le cadre juridique international pour la participation du public. Le Brésil, la Chine, les Émirats arabes unis, le Japon, la Suisse et la Turquie ont présenté les évolutions de leur droit nucléaire. Le NLC a célébré le 50^e anniversaire et le 100^e numéro du *Bulletin de droit nucléaire* en présence d'anciens chefs du Bureau des affaires juridiques, qui ont discuté de la pertinence et de l'avenir de cette publication unique en son genre. À cette occasion, l'accent a été mis sur l'importance de cette publication pour le développement, le renforcement et l'harmonisation de la législation nucléaire, la diffusion d'informations sur le droit nucléaire et la formation des juristes spécialisés en droit nucléaire actuels et à venir.

Faits marquants

- Le Comité du droit nucléaire (NLC) a tenu deux réunions, l'une en mars 2018 et l'autre en novembre 2018, qui ont rassemblé chacune environ 75 participants des pays membres de l'AEN, de la Commission européenne, de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et du secteur des assurances. À ces occasions se sont également réunis le Groupe de travail sur les aspects juridiques de la sûreté nucléaire (WPLANS) et le Groupe de travail sur la responsabilité civile et le transport nucléaires (WPNLT).
- Le NLC a célébré le 50^e anniversaire et le 100^e numéro du *Bulletin de droit nucléaire* lors d'une séance spéciale à laquelle étaient invités les anciens chefs du Bureau des affaires juridiques de l'AEN et lors de laquelle les délégations ont discuté de la pertinence et de l'avenir de cette publication unique en son genre.
- L'AEN a organisé la 7^e session des Fondamentaux du droit nucléaire international (INLE), du 26 février au 2 mars 2018 à Singapour, en coopération avec l'Université nationale de Singapour (NUS) et son Centre de droit international.
- Un annuaire des anciens élèves et une brochure commémorative de l'École internationale de droit nucléaire (EIDN) ont été publiés pour faciliter les contacts au sein de la communauté de l'EIDN.

Les réunions du NLC ont rassemblé chacune environ 75 participants des pays membres de l'AEN, de la Commission européenne, de l'AIEA et du secteur des assurances, ainsi que plusieurs représentants de pays non membres qui, en 2018, incluaient le Brésil, la Bulgarie, la Chine, les Émirats arabes unis et l'Ukraine.

Les pays membres de l'AEN qui sont 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 (la Convention complémentaire de Bruxelles) se sont réunis deux fois pour poursuivre les discussions sur l'application et l'interprétation de ces deux conventions et préparer l'entrée en vigueur des protocoles de 2004 les modifiant toutes deux. Le Protocole de 2004 portant modification de la Convention de Paris n'est pas encore entré en vigueur, en raison d'une décision du Conseil de l'Union européenne (UE) (2004/294/EC), qui requiert des pays membres de l'UE qui sont parties contractantes à la Convention de Paris (à l'exception du Danemark et de la Slovaquie) qu'ils déposent simultanément leurs instruments de ratification du protocole. Le Protocole portant modification de la Convention complémentaire de Bruxelles requiert, quant à lui, une ratification par toutes les parties contractantes à la Convention. L'Italie est le dernier pays membre de l'UE à finaliser le processus législatif national qui permettra l'entrée en vigueur des protocoles de 2004.

50^e anniversaire et 100^e numéro
du *Bulletin de droit nucléaire*,
novembre 2018.

De gauche à droite :
Nubuhiro Muroya (DGA, AEN),
William D. Magwood, IV (DG, AEN),
Roland Dussart-Desart (Président, NLC),
Patrick Reyners, Julia Schwartz,
Stephen G. Burns (anciens chefs, OLC),
Ximena Vasquez-Maignan
(Chef, OLC).



En mars et novembre 2018, le Groupe de travail sur les aspects juridiques de la sûreté nucléaire (WPLANS) a tenu deux réunions pour traiter notamment du processus d'autorisation des petits réacteurs modulaires (SMR), des aspects juridiques des décisions relatives à la sûreté nucléaire et de l'exploitation à long terme des centrales nucléaires et des réacteurs de recherche. Près de 35 participants de pays membres et non membres de l'AEN, de la CE, de l'AIEA et de la World Nuclear Association (WNA) y ont participé et ont présenté les dernières évolutions des cadres réglementaire et législatif de leur pays ainsi que de leurs activités sur les sujets dont traite ce groupe de travail.

Le Groupe de travail sur la responsabilité civile et le transport nucléaires (WPNLT) a aussi tenu des réunions à l'occasion des sessions du NLC, rassemblant chaque fois environ 35 participants de pays membres et non membres de l'AEN, de la CE, de l'AIEA et du World Nuclear Transport Institute (WNTI). Les participants ont concentré leurs discussions sur une enquête en cours sur les législations et les réglementations nationales relatives au transport et au transit nucléaires dans les pays membres de l'AEN. Ils ont également débattu des difficultés que pose l'organisation du transport de substances nucléaires du point de vue de la responsabilité civile nucléaire. Ils ont aussi discuté des dernières évolutions des législations nationales et européenne relatives au transport de substances nucléaires.

Le Groupe de travail sur le stockage géologique en profondeur et la responsabilité civile nucléaire (WPDGR) s'est réuni en septembre 2018, rassemblant des experts du NLC, du Comité de protection radiologique et de santé publique (CRPPH), du Comité de la gestion des déchets radioactifs (RWMC) ainsi que de la CE et du secteur des assurances. Les débats se sont concentrés sur des questions telles que la description du cycle de vie d'un centre de stockage géologique, la définition du terme « exploitant » dans les conventions internationales sur la responsabilité civile nucléaire et la couverture de la responsabilité civile nucléaire pour les centres de stockage géologique, en vue de la préparation d'un rapport sur l'application des régimes de responsabilité civile nucléaire à ce type d'installations et des options disponibles pour répondre aux difficultés potentielles.

L'AEN a poursuivi sa contribution au travail du Groupe d'experts sur la responsabilité nucléaire (INLEX) de l'AIEA et de la World Nuclear Association, ainsi qu'aux programmes d'enseignement du droit nucléaire comme le Winter Course

on Nuclear Law organisé en Inde, à New Delhi, par la Nuclear Law Association India, la TERI School of Advanced Studies et l'Institut de droit nucléaire de l'AIEA. L'AEN a également soutenu les activités de l'Association internationale du droit nucléaire (AIDN) en accueillant des réunions de ses groupes de travail et en co-parrainant le 23^e Congrès nucléaire Inter Jura, qui a eu lieu à Abou Dhabi, aux Émirats arabes unis, du 4 au 8 novembre 2018 et auquel elle a également contribué.

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. Depuis 50 ans, il fournit à ses lecteurs des informations détaillées sur l'évolution du droit en la matière. Le premier volume paru en 2018 est le 100^e numéro, qui inclut un supplément retraçant l'histoire du NLB, avec des réflexions et des commentaires des chefs du Bureau des affaires juridiques de l'AEN depuis sa création ainsi que du Président du NLC et de l'un de ses auteurs les plus prolifiques. Il inclut également les articles et études suivants : "Les aspects juridiques de l'exploitation des réacteurs nucléaires au Japon" ; "Le droit nucléaire vu de l'intérieur" : réflexions sur l'élaboration des conventions sur la sûreté" ; "Le programme pacifique d'énergie nucléaire aux Émirats arabes unis : contexte et histoire" ; l'actualité jurisprudentielle, législative et réglementaire en Allemagne, aux États-Unis, en France, au Japon, en Lituanie, au Portugal, en Slovaquie et en Suisse, ainsi qu'une traduction de la loi sur la sûreté nucléaire de la Chine.

Le second volume paru en 2018 inclut des articles et études intitulés : "L'incidence des accidents graves sur le cadre juridique international régissant l'énergie nucléaire" ; "Le renouvellement des autorisations d'exploitation aux États-Unis, une question récurrente" et "La compétence d'Euratom en matière de sécurité et de sûreté nucléaires : un parallèle impossible ?". Il comprend également l'actualité jurisprudentielle, législative et réglementaire en Allemagne, aux États-Unis, en France, en Lituanie, en République slovaque, en Slovaquie et en Suisse, ainsi qu'une traduction de la 16^e modification de la loi sur l'énergie atomique de l'Allemagne.

Tous les numéros publiés sont consultables en ligne gratuitement à la page www.oecd-nea.org/law/nlbr/index.html.



La 18^e session de l'École internationale de droit nucléaire (EIDN) s'est tenue du 27 août au 7 septembre 2018 à Montpellier, en France.

Le site web de l'AEN propose également des descriptifs de la réglementation et du cadre institutionnel des activités nucléaires de chaque pays membre : www.oecd-nea.org/law/legislation. L'AEN poursuit ses efforts concertés de mise à jour de ces informations et remercie les pays membres de l'AEN et de l'OCDE de leur soutien.

L'AEN s'efforce également de tenir à jour les pages de son site web consacrées au droit nucléaire. Elle a par exemple mis à jour le *Tableau sur les montants de la responsabilité civile et les limites des garanties financières des exploitants nucléaires*, qui vise à fournir des informations sur la responsabilité civile et les limites des garanties financières imposées aux exploitants nucléaires d'un grand nombre de pays, y compris des pays non membres de l'AEN et de l'OCDE. Elle a aussi mis à jour le *Tableau sur les règles de priorité relatives à l'indemnisation des dommages nucléaire dans les législations nationales*, qui indique s'il existe ou non des règles de priorité dans les législations nationales de 27 pays membres de l'AEN et fait la synthèse des principes sur lesquels ces règles reposent. Ces tableaux, qui ne sont pas officiels et sont fournis à titre informatif, peuvent être téléchargés sur le site www.oecd-nea.org/law.

Programmes d'enseignement du droit nucléaire

La 18^e session de l'École internationale de droit nucléaire (EIDN) s'est tenue du 27 août au 7 septembre 2018 à Montpellier, en France. Elle a attiré des étudiants et des professionnels du monde entier désireux de développer leur connaissance du cadre juridique et des questions clés relatives à l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire. Organisé par l'AEN et l'université de Montpellier, ce programme unique en son genre propose à des participants du monde universitaire et des secteurs public et privé une analyse approfondie du droit nucléaire international en se concentrant sur des domaines tels que la sûreté nucléaire, le droit de l'environnement, la sécurité, les garanties et la responsabilité civile nucléaire. La session de 2018 a rassemblé 61 participants de 39 pays, dont de nombreux pays non membres de l'AEN. Nombre des participants étaient soutenus financièrement par l'AIEA, qui a également fourni plusieurs conférenciers. Depuis 2001, l'EIDN a attiré plus de 1 000 participants à travers le monde, venus d'un nombre croissant de pays et devenus, pour beaucoup, des experts du droit nucléaire international. De plus amples

informations sont consultables à la page www.oecd-nea.org/law/isnl/index-fr.html.

L'AEN a créé un annuaire des anciens élèves de l'EIDN afin d'aider les anciens participants et conférenciers à rester en contact. L'accès à cet annuaire est protégé par un mot de passe et est réservé aux élèves et conférenciers répertoriés. Il se fait via l'adresse oe.cd/nea-isnl-alum. Les participants qui souhaitent apparaître dans l'annuaire ou mettre à jour les informations les concernant sont invités à écrire à l'adresse isnl@oecd-nea.org.

L'AEN a fêté les 20 ans et les 1 000 participants de l'EIDN en publiant une brochure commémorative présentant le programme et les anciens participants et conférenciers. Les anciens élèves et les conférenciers y évoquent l'esprit qui préside à cette formation ainsi que l'atmosphère chaleureuse qui la caractérise. Cette nouvelle brochure inclut également un annuaire des années précédentes. Elle sera mise à jour tous les ans et est disponible à l'adresse www.oecd-nea.org/law/isnl/docs/isnl_brochure2018.pdf.

La septième session des Notions fondamentales du droit nucléaire international (INLE) s'est tenue à Singapour du 26 février au 2 mars 2018, en coopération avec l'Université nationale de Singapour (NUS) et son Centre de droit international. C'était la première fois que l'INLE se déroulait hors de France. Cette session a attiré un groupe très divers de 32 professionnels de 15 pays membres et non membres de l'AEN, qui ont bénéficié d'une présentation générale du cadre juridique nucléaire international ainsi que des questions majeures relatives à l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire. Les orateurs de l'AEN, de l'AIEA, de la NUS, d'autorités de sûreté et du secteur privé ont donné des conférences sur les thèmes de la sûreté et de la sécurité nucléaires, de la non-prolifération et de la responsabilité civile nucléaire. En outre, deux conférences spéciales ont proposé un aperçu des perspectives en matière de droit nucléaire en Chine et en Malaisie. De plus amples informations sont consultables à la page www.oecd-nea.org/law/inle/.



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

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 sur les 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.

Relations avec les médias

En 2018, les relations avec les médias ont couvert de nombreux sujets ayant trait au développement et à l'utilisation de l'énergie nucléaire. L'AE«N a publié 30 dépêches et communiqués de presse informant les médias : du forum sur la culture de sûreté dans un contexte national tenu en Suède, premier événement du genre ; de la publication du rapport intitulé *The Full Costs of Electricity Provision* ; du 60^e anniversaire de l'Agence ; de la première visite officielle du Directeur général en Pologne ; des ateliers internationaux de mentorat en science et en ingénierie de l'AEN, tenus en Espagne et au Japon, de la première réunion ministérielle régionale de l'AEN tenue en Roumanie et de la publication de l'édition 2018 du "livre rouge", intitulé *Uranium – ressources, production et demande*.

Au cours de l'année écoulée, l'AEN et son Directeur général ont été cités dans de nombreux articles parus dans des publications spécialisées et la presse internationale, dont *Bloomberg*, *Chosun Ilbo*, *Denki Shimbun*, *Libération*, *The New York Times*, *Physics World*, *Platts*, *Power Magazine* et *Sputnik News*.

Publications

En 2018, l'AEN a publié 23 ouvrages, tous mis gratuitement en ligne sur son site Internet à la page www.oecd-nea.org/pub. La liste de ces publications peut être consultée à la page 109. Au total, 29 rapports techniques de l'AEN ont également été diffusés dans la série "R" des documents déclassifiés : ils sont directement téléchargeables depuis les pages Internet relatives aux différents domaines d'activité de l'AEN.

Les rapports les plus consultés sur le site Internet durant l'année écoulée sont notamment : *The Full Costs of Electricity Provision* ; *Towards an All-Hazards Approach to Emergency Preparedness and Response* et *Nuclear Energy Data 2017*.

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 pro-

Faits marquants

- En 2018, l'AEN a publié 23 ouvrages et 29 rapports techniques, tous téléchargeables gratuitement sur le site web de l'AEN. Globalement, la diffusion et les téléchargements se sont maintenus à des niveaux très importants.
- L'AEN a publié 30 dépêches concernant notamment la première réunion ministérielle régionale de l'AEN tenue en Roumanie, le 60^e anniversaire de l'AEN et le premier forum sur la culture de sûreté dans un contexte national, organisé en Suède.
- L'Agence a beaucoup utilisé ses plateformes de réseau en ligne et multimédias pour faire connaître ses publications récentes, les dernières nouvelles et les événements. Son audience a cru de manière considérable.
- L'AEN a continué d'accroître sa notoriété, notamment grâce à la participation de sa direction à des événements internationaux majeurs dans les pays membres et ailleurs.

gramme de travail de l'Agence. Elle propose des articles de fond sur les dernières avancées dans le domaine de l'énergie nucléaire, des nouvelles sur l'avancement des travaux de l'Agence, ainsi que des brèves et des informations sur ses publications et ses événements à venir.

En 2018, *NEA News* a couvert des sujets tels que l'avancée des travaux de reconstruction dans la préfecture de Fukushima, le redémarrage des réacteurs d'essais sur les transitoires TREAT aux États-Unis et CABRI en France, le marché mondial de l'uranium, le rapport intitulé *State-of-the-Art Report on Accident-Tolerant Fuels* et les activités relatives aux données nucléaires menées par la Banque de données de l'AEN. La revue *NEA News* est disponible gratuitement sur le site web de l'Agence à l'adresse www.oecd-nea.org/nea-news.

Communication en ligne

La présence en ligne et l'utilisation des nouvelles technologies constituent un pilier central de la communication de l'AEN sur ses travaux et réalisations. En 2018, le trafic enregistré sur son site web est resté stable, et les sections du site qui ont totalisé le plus grand nombre de pages vues ont été le système JANIS de visualisation au format Java des données nucléaires, géré par la Banque de données de l'AEN, les informations générales concernant l'Agence et la bibliothèque commune de données nucléaires évaluées sur la fission et la fusion (JEFF).

Les plateformes de réseau en ligne ont contribué à renforcer la communication sur les activités de l'AEN, qui entretient une présence régulière sur Facebook, LinkedIn et YouTube, et peut être suivie sur Twitter @OECD_NEA. En 2018, la fréquence des billets publiés et l'engagement de l'Agence ont augmenté sur ces trois plateformes. L'Agence a grandement accru sa visibilité sur les réseaux sociaux, avec un nombre d'abonnés en progression de 58,17 % sur LinkedIn, 50,25 % sur Twitter, et 13,14 % sur Facebook.



Webinaire du 20 novembre 2018 sur le lancement du rapport *State-of-the-Art Report on Accident-Tolerant Fuels*.

En 2018, les webinaires ont fait partie intégrante de la communication en ligne de l'Agence. L'AEN a diffusé des débats sur le web à l'occasion du lancement des rapports *Towards an All-Hazards Approach to Emergency Preparedness and Response* ; *The Full Costs of Electricity Provision* ; *Country-Specific Safety Culture Forum: Sweden* et *State-of-the-Art Report on Accident-Tolerant Fuels*. Les internautes ont pu participer en ligne et envoyer questions et commentaires par courriel et via Twitter.

L'Agence a continué d'utiliser la vidéo dans sa stratégie de communication numérique. Cinq vidéos long format et sept vidéos de format court ont été créées et diffusées sur Facebook, LinkedIn, Twitter et Youtube, ce qui a augmenté la visibilité des réalisations, des publications et des événements de l'AEN. Parmi les sujets couverts en 2018 ont figuré la création du Comité sur le démantèlement des installations nucléaires et la gestion des situations historiques de l'AEN, le numéro 36.1 de *NEA News* et le deuxième Atelier international de mentorat en science et en ingénierie de l'AEN tenu au Japon.

Le nombre d'abonnés au bulletin mensuel d'information, qui avoisine 20 000, reste stable. Distribuée gratuitement, cette publication fait chaque mois le point des nouveaux travaux, activités et rapports 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 utilisent de plus en plus fréquemment les 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 virtuels de travail collaboratif. Le Portail des délégués (Delegates' Area) leur est également toujours très utile. Cette section du site web met à la disposition des utilisateurs autorisés les documents officiels de l'Agence, des informations sur les réunions de l'AEN à venir, les coordonnées des membres des comités 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 2018, le Directeur général, William D. Magwood, IV a prononcé des allocutions dans plusieurs pays et dans diverses enceintes, pour délivrer des messages clés concernant l'énergie nucléaire et le travail de l'AEN lors des évé-

nements suivants : la Conférence annuelle du Japan Atomic Industry Forum (JAIF) au Japon, en avril ; le Forum international ATOMEXPO 2018, en Russie, en mai ; le Symposium 2018 de la World Nuclear Association, au Royaume-Uni, en septembre ; la réunion thématique conjointe de l'American Nuclear Society (ANS) et de la Health Physics Society sur l'applicabilité des modèles de réaction aux rayonnements aux normes de protection contre les faibles doses, aux États-Unis, en octobre ; la Conférence internationale HTR 2018 sur la technologie de réacteurs à haute température, en Pologne, en octobre, et la conférence internationale sur les défis du démantèlement : réalité industrielle, perspectives et retour d'expérience (DEM 2018), en France, en octobre.

Le Directeur général a également donné des conférences et participé à des débats avec des étudiants dans plusieurs institutions d'enseignement supérieur, dont l'Institut des techniques nucléaires de l'Université de technologie et d'économie de Budapest (BME), la Shanghai Jiaotong University (SJTU), la North Carolina State University, la Purdue University et l'Institut d'été de la World Nuclear University.

En 2018, l'AEN a parrainé conjointement avec d'autres organisations plusieurs événements internationaux dans lesquels le Directeur général et des experts de l'Agence sont intervenus, notamment :

- le Joint International Youth Nuclear Congress (IYNC) 2018 et la 26^e WiN Global Annual Conference, à Bariloche, en Argentine, du 11 au 17 mars ;
- le colloque intitulé International Symposium on Uranium Raw Material for the Nuclear Fuel Cycle: Exploration, Mining, Production, Supply and Demand, Economics and Environmental Issues (URAM-2018), à Vienne, en Autriche, du 25 au 29 juin ;
- le Symposium international sur la communication avec le public sur les urgences nucléaires et radiologiques, à Vienne, en Autriche, du 1^{er} au 5 octobre ;
- WONDER 2018 : cinquième atelier international sur l'évaluation des données nucléaires pour les applications de réacteurs, à Aix-en-Provence, en France, du 8 au 12 octobre ;
- SATIF-14 : 14^e atelier sur le blindage pour les accélérateurs, cibles et installations d'irradiation, à Gyeongju, en Corée du Sud, du 30 octobre au 2 novembre ;
- Le 23^e Congrès nucléaire Inter Jura, à Abou Dhabi, aux Émirats arabes unis, du 4 au 8 novembre ;
- L'atelier intitulé Deepening Comprehension on Safety Case on Deep Geological Repository (DGR) and Public Confidence on Japan's DGR Programme, à Tokyo, au Japon, les 28 et 29 novembre.



Contact :
Andrew Macintyre
 Chef du Secrétariat central
 +33 (0)1 45 24 10 10
andrew.macintyre@oecd-nea.org

Relations mondiales

L'objectif de l'AEN est d'établir des relations efficaces avec les pays partenaires dont la participation au programme de l'AEN peut être mutuellement profitable, d'assurer la complémentarité et de renforcer la synergie avec l'Agence internationale pour l'énergie atomique (AIEA), la Commission européenne (CE) et d'autres organisations internationales. L'AEN entretient des relations avec des organisations représentant l'industrie lorsque cela est pertinent au regard de son programme de travail.

Brésil

Le programme nucléaire civil brésilien présente un potentiel de développement. En outre, le Brésil a récemment présenté une demande d'adhésion à l'OCDE. M. Daniel Iracane, Directeur général adjoint de l'AEN chargé des affaires nucléaires, a conduit une mission en mars 2018 pour assister au premier Atelier sur l'échange d'informations avec l'AEN organisé par la Commission nationale à l'énergie nucléaire du Brésil à Rio de Janeiro. À cette occasion, la délégation de l'AEN a visité la centrale nucléaire d'Angra.

Le Brésil a présenté ses programmes et politiques en matière d'énergie nucléaire lors du Briefing stratégique du Comité de direction en avril 2018.

Des délégués de la CNEN ont également participé aux réunions du Groupe de travail sur les pratiques en matière d'inspection (WGIP) du Comité sur les activités nucléaires réglementaires (CNRA) et du Comité du droit nucléaire, lors desquelles ils ont présenté les activités réglementaires et le cadre juridique de l'énergie nucléaire au Brésil.

République populaire de Chine

Les relations de l'AEN avec la Chine ont continué de se développer en 2018. Un expert détaché par la Chine a rejoint la Direction de la gestion des déchets radioactifs et du démantèlement de l'AEN en mars 2018.

Le Directeur général adjoint du Département d'ingénierie des systèmes de l'Autorité pour l'énergie atomique de la Chine (CAEA) a présenté les programmes et politiques de la Chine en matière d'énergie nucléaire lors du Briefing stratégique du Comité de direction, le 20 avril 2018.

La Chine continue de participer activement à sept projets communs établis sous les auspices de l'AEN.

La coopération en matière de sûreté nucléaire s'est poursuivie, avec la participation de délégués chinois à des acti-

Faits marquants

- Des représentants du Brésil, de la Chine et de l'Inde ont participé au Briefing stratégique lors de la réunion du Comité de direction, le 20 avril 2018 ; à cette occasion, ils ont présenté leurs programmes et politiques en matière d'énergie nucléaire.
- L'AEN, en coopération avec le gouvernement de la Roumanie, a organisé une Conférence ministérielle régionale sur l'énergie nucléaire, la technologie et la gestion des déchets radioactifs à Bucarest, les 25 et 26 octobre. Elle a réuni dix pays d'Europe centrale et orientale.
- Une experte chinoise a rejoint le Secrétariat de l'AEN en mars 2018, au sein de la Division de la gestion des déchets radioactifs et du démantèlement.
- En septembre, l'AEN a accueilli deux délégations de haut niveau de la Chine menées respectivement par le Président de l'Autorité pour l'énergie atomique de la Chine (CAEA) et l'Administrateur adjoint de l'Administration nationale de l'énergie de la Chine (C/NEA). Le Directeur général de l'AEN s'est également rendu deux fois en Chine en 2018 pour rencontrer des représentants au plus haut niveau et visiter des centrales nucléaires équipées des technologies Hualong 1 et AP1000.
- À la suite de la première visite officielle du Directeur général de l'AEN, l'Inde a obtenu la qualité de Participant au Comité sur les activités nucléaires réglementaires (CNRA) en 2018 et a été invitée à devenir Participant au Comité sur la sûreté des installations nucléaires (CSNI).
- Le Directeur Général de l'AEN a rencontré M. Ristori, Directeur général de la Direction générale de l'énergie de la Commission européenne.

vités du CNRA et du Comité sur la sûreté des installations nucléaires (CSNI) ainsi qu'à certains de leurs groupes de travail. L'autorité de sûreté chinoise participe par ailleurs au Programme multinational d'évaluation des conceptions de réacteurs (MDEP). En 2018, un nouveau groupe consacré au réacteur Hualong 1 a été créé.

La participation de la Chine a progressé en matière de gestion des déchets radioactifs et de droit nucléaire.

En septembre 2018, l'AEN a accueilli deux délégations de haut niveau de la Chine. La première était menée par le nouveau Président de l'Autorité pour l'énergie atomique de la Chine (CAEA) et la seconde par l'Administrateur adjoint de l'Administration nationale de l'énergie de la Chine (C/NEA), avec lequel le Directeur général de l'AEN, M. William D. Magwood, IV a tenu la première réunion à Paris après la signature, en avril 2017, du protocole d'accord sur la coopération entre l'AEN et la C/NEA. La CAEA et la C/NEA ont toutes deux réaffirmé la volonté de la Chine d'approfondir et d'élargir les relations avec l'AEN. Le Directeur général de l'AEN a été reçu à Pékin par le Président de la CAEA. Il a également visité l'Administration nationale de la sûreté



De gauche à droite : William D. Magwood, IV, Directeur général, Agence de l'énergie nucléaire (AEN) ; Viorel Ștefan, Vice-Premier ministre de Roumanie, Ludger Schuknecht, Secrétaire général adjoint, Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), Horia Grama, Secrétaire d'État, Président de l'Agence nucléaire et des déchets radioactifs de Roumanie, à l'ouverture de la Conférence ministérielle régionale sur l'énergie nucléaire, la technologie et la gestion des déchets radioactifs, Bucarest, Roumanie, octobre 2018.

nucléaire (NNSA), la C/NEA, l'Institut chinois de l'énergie atomique (CIAE) et la centrale de Sanmen, équipée d'un réacteur AP1000¹. Lors d'une précédente mission à Shanghai, le Directeur général de l'AEN avait également visité la centrale nucléaire de Fuqing, équipée d'un réacteur Hualong 1.

Inde

En avril 2018, le Président-Directeur général de la Nuclear Power Corporation of India Limited (NPCIL) a présenté le programme et les politiques de l'Inde en matière d'énergie nucléaire lors du Briefing stratégique du Comité de direction de l'AEN.

À la suite de la première mission du Directeur général de l'AEN à Mumbai en 2017, l'Inde a renforcé ses liens avec l'AEN et, en 2018, est devenue Participant au CNRA et a été invitée à devenir un Participant au CSNI. Elle est aussi membre du MDEP.

Événements régionaux et forums internationaux

L'AEN, en coopération avec le gouvernement de la Roumanie, a organisé la Conférence régionale sur l'énergie nucléaire, la technologie et la gestion des déchets radioactifs, à Bucarest, les 25 et 26 octobre 2018. Dix pays avaient envoyé des ministres, secrétaires d'État, ambassadeurs, chercheurs, universitaires, experts de l'industrie et hauts dirigeants pour participer à des discussions sur les avantages potentiels d'une coopération régionale renforcée en matière d'énergie nucléaire. Cette conférence a permis de souligner les caractéristiques uniques de la région ainsi que les points d'intérêt et les défis communs aux pays qui la forment. Les participants ont débattu d'un large éventail de questions relatives à l'énergie nucléaire lors de sessions plénières sur les marchés électriques de la région, la gestion des déchets radioactifs, la sûreté nucléaire et la réglementation, la communication avec le public sur l'énergie nucléaire, l'innovation et l'éducation en matière nucléaire. Ils ont considéré que la conception des marchés de l'électricité, le financement des projets nucléaires, la culture de sûreté et le développement des ressources humaines étaient des domaines stratégiques pour l'avenir. L'AEN prépare des propositions pour poursuivre la démarche ainsi engagée.

Organisations internationales

L'AEN poursuit sa coopération avec l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), notamment dans le cadre des mécanismes de coordination et de consultation mis en place par les accords entre les deux agences, mais aussi en veillant

à la participation croisée des deux agences aux comités et organes de direction pertinents et en organisant conjointement des activités, des réunions et des conférences dans des domaines qui s'y prêtent. En 2018, l'AEN et l'AIEA ont tenu leur réunion de coordination annuelle à Vienne et ont échangé sur différents sujets, à savoir : un événement de haut niveau à venir sur le changement climatique et l'énergie nucléaire, les petits réacteurs modulaires, les réacteurs de recherche, la sûreté et le capital humain. Le Directeur général de l'AEN a assisté à la Conférence générale de l'AIEA en septembre. En marge de cette conférence, il a prononcé des discours inauguraux lors d'événements organisés par l'AEN sur le Forum sur la culture de sûreté dans un contexte national et sur la réunion du Groupe des détenteurs de réacteurs CANDU².

En 2018, le Directeur général de l'AEN a rencontré pour la première fois le Directeur général de la Direction générale de l'Énergie de la Commission européenne à Bruxelles. Ils ont échangé leurs vues sur la situation actuelle de la technologie nucléaire et ont identifié des domaines pour une potentielle coopération.

L'Agence a assuré son rayonnement international par la participation des membres de sa direction à des conférences et forums internationaux comme la réunion ministérielle sur l'énergie propre, le Groupe de travail du G7 sur la sûreté et la sécurité nucléaires (NSSG), la réunion ministérielle sur la charte de l'énergie, le Forum européen sur l'énergie nucléaire (ENEF), entre autres.

Relations avec des associations représentatives de l'industrie et d'autres parties prenantes

En 2017, l'AEN a signé des protocoles d'accord avec la World Association of Nuclear Operators (WANO) et l'Electric Power Research Institute (EPRI). Ces accords ont fait bénéficier certaines activités ciblées d'une expertise considérable dont les pays membres de l'AEN vont tirer profit. En janvier 2018, l'AEN et la WANO ont organisé le premier Forum sur la culture de sûreté dans un contexte national en Suède (voir page 60). L'AEN, avec l'AIEA et la WANO, a organisé un atelier sur la gestion de la chaîne d'approvisionnement nucléaire les 5 et 6 novembre 2018. L'année 2018 a vu le développement de nombreux échanges entre l'AEN et l'EPRI concernant le développement des combustibles résistants aux accidents et la sécurisation des capacités d'essai des combustibles et matériaux sous irradiation.



Contact :
Giovanna Piccarreta
 Conseillère en relations internationales
 +33 (0)1 45 24 10 06
 giovanna.piccarreta@oecd-nea.org

1. AP1000 est un réacteur à eau sous pression.
2. Canada Deuterium Uranium (CANDU), technologie canadienne de réacteur à eau lourde pressurisée.

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. L'AEN compte actuellement 33 pays membres :

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

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 huit comités techniques permanents et d'un conseil d'administration (voir page 107).

En 2017, les membres du **Bureau du Comité de direction** de l'énergie nucléaire étaient :

- Mme Marta ŽIAKOVÁ (République slovaque), Présidente
- M. Won-Pil BAEK (Corée), Vice-président
- M. Jan BENS (Belgique), Vice-président
- Mme Anne LAZAR-SURY (France), Vice-présidente
- M. Richard STRATFORD (États-Unis), Vice-président
- M. Hiroshi YAMAGATA (Japon), Vice-président

Les comités techniques permanents et le conseil d'administration de la Banque de données sont principalement composés de spécialistes et de techniciens des pays membres. Ces organes 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 à un consensus. Leurs grands domaines d'activité sont indiqués sur l'organigramme ci-après.

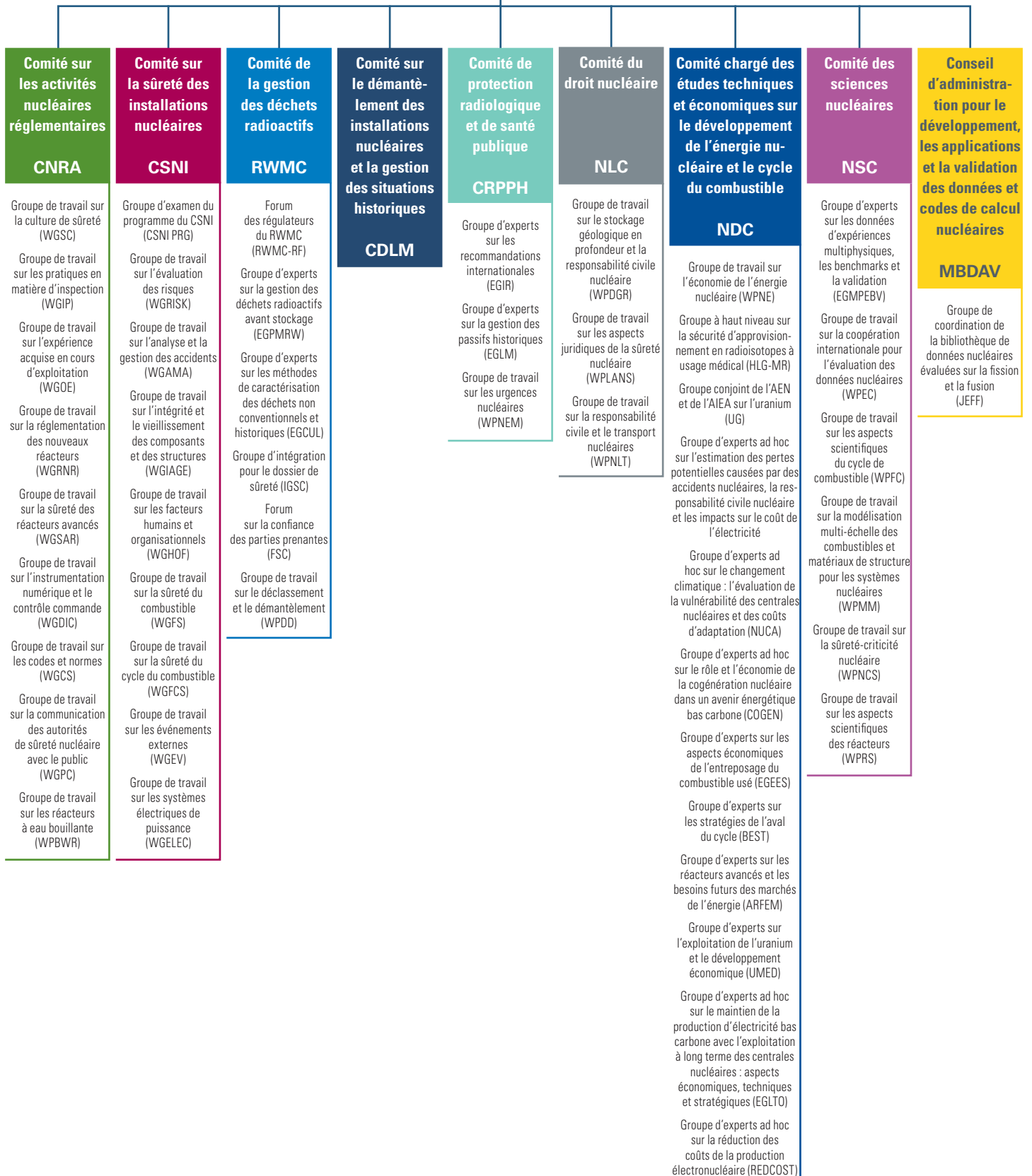
Le Comité de direction de l'énergie nucléaire, les huit comités techniques permanents et le conseil d'administration de l'Agence sont coordonnés par le **Secrétariat de l'AEN**. Ensemble, ils sont composés de 115 agents professionnels et de soutien originaires de 19 pays. Le personnel professionnel comprend 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, prennent part aux activités de l'AEN en qualité d'invités ou de participants.



Le bâtiment de l'OCDE à Boulogne.

Comité de direction de l'énergie nucléaire





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



Nobuhiro Muroya
Directeur général adjoint chargé de la gestion et de la planification



Daniel Iracane
Directeur général adjoint et Directeur des affaires nucléaires



Helena Potter
Chef du Bureau du budget et des finances



Daniela Lulache
Chef du Bureau de la stratégie et de la coordination



Andrew Macintyre
Chef du Secrétariat central



Daniela Lulache
Conseillère principale à la coopération multilatérale par intérim



Luc Chanial
Chef par intérim de la Division des technologies et de la réglementation de la sûreté nucléaire



Yeonhee Hah
Chef de la Division de la protection radiologique et des aspects humains de la sûreté nucléaire



Kenya Suyama
Chef de la Banque de données



Ximena Vásquez-Maignan
Chef du Bureau des affaires juridiques



Gloria Kwong
Chef par intérim de la Division de la gestion des déchets radioactifs et du démantèlement



Tatiana Ivanova
Chef de la Division des sciences nucléaires

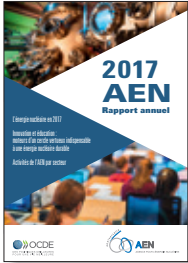


Sama Bilbao y León
Chef de la Division de l'économie et du développement des technologies nucléaires

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

VO = En anglais seulement.

Intérêt général



Rapport annuel 2017

AEN n° 7405. 72 pages.
<http://oe.cd/nea-2017-fr>

Annual Report 2017

NEA No. 7404. 72 pages.
<http://oe.cd/nea-2017-en>



NEA News, No. 35.2 VO

AEN n° 7348. 32 pages.
<https://oe.cd/NEA-35-2>

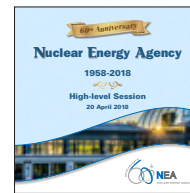
NEA News, No. 36.1 VO

AEN n° 7430. 36 pages.
<https://oe.cd/NEA-36-1>



Agence pour l'Énergie Nucléaire

28 pages.
Aussi disponible en anglais,
en chinois et en russe.
Disponible en ligne :
<http://oe.cd/neabrochure>



NEA 60th Anniversary brochure VO

16 pages.
Disponible en ligne :
[www.oecd-nea.org/
general/history/60th](http://www.oecd-nea.org/general/history/60th)

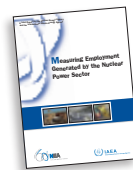
Développement de la technologie nucléaire et économie



Données sur l'énergie nucléaire 2018/Nuclear Energy Data 2018

AEN n° 7416. 102 pages.
Disponible en ligne :
[http://oe.cd/
nuclear-data-2018](http://oe.cd/nuclear-data-2018)

Les *Données sur l'énergie nucléaire*, compilation annuelle de statistiques et de rapports nationaux préparée par l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire, présentent la situation de l'énergie nucléaire dans les pays membres de l'AEN et dans la zone de l'OCDE. Les informations communiquées par les gouvernements comprennent des statistiques sur la production d'électricité totale et nucléaire, les capacités et les besoins du cycle du combustible et, lorsqu'elles sont disponibles, des projections jusqu'en 2035. Les rapports nationaux présentent brièvement les politiques énergétiques, la situation des programmes électronucléaires et ceux du cycle du combustible. En 2017, l'énergie nucléaire a continué de fournir des quantités importantes d'électricité en base faiblement carbonée, et ce dans un contexte de forte concurrence avec les combustibles fossiles bon marché et les énergies renouvelables.



Measuring Employment Generated by the Nuclear Power Sector VO

AEN n° 7204. 92 pages.
Disponible en ligne :
[https://oe.cd/
nuclear-employment-2018](https://oe.cd/nuclear-employment-2018)

The nuclear energy sector employs a considerable workforce around the world, and with nuclear power projected to grow in countries with increasing electricity demand, corresponding jobs in the nuclear power sector will also grow. Using the most available macroeconomic model to determine total employment – the “input/output” model – the Nuclear Energy Agency and International Atomic Energy Agency collaborated to measure direct, indirect and induced employment from the nuclear power sector in a national economy.

The results indicate that direct employment during site preparation and construction of a single unit 1 000 megawatt-electric

advanced light water reactor at any point in time for 10 years is approximately 1 200 professional and construction staff, or about 12 000 labour years. For 50 years of operation, approximately 600 administrative, operation and maintenance, and permanently contracted staff are employed annually, or about 30 000 labour years. For up to 10 years of decommissioning, about 500 people are employed annually, or around 5 000 labour years. Finally, over an approximate period of 40 years, close to 80 employees are managing nuclear waste, totalling around 3 000 labour years. A total of about 50 000 direct labour-years per gigawatt. Direct expenditures on these employees and equipment generate approximately the same number of indirect employment, or about 50 000 labour years; and direct and indirect expenditures generate about the same number of induced employment, or 100 000 labour years. Total employment in the nuclear power sector of a given national economy is therefore roughly 200 000 labour years over the life cycle of a gigawatt of nuclear generating capacity.



The Costs of Decarbonisation: System Costs with High Shares of Nuclear and Renewables VO

AEN n° 7299. 220 pages.

Disponible en ligne :

<http://oe.cd/nea-system-costs-2019>

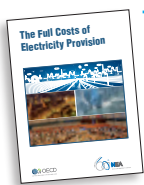
Executive Summary

AEN n° 7335. 16 pages.

Disponible en ligne : <https://oe.cd/2uj>

Under the Paris Agreement, OECD countries agreed to aim for a reduction of their greenhouse gas emissions sufficient to hold the increase in the global average temperature to well below 2°C above pre industrial levels. This commitment requires a massive effort to decarbonise energy and electricity generation, a radical restructuring of the electric power sector and the rapid deployment of large amounts of low-carbon generation technologies, in particular nuclear energy and renewable energies such as wind and solar PV.

This study assesses the costs of alternative low-carbon electricity systems capable of achieving strict carbon emission reductions consistent with the aims of the Paris Agreement. It analyses several deep decarbonisation scenarios to reach the same stringent carbon emission target but characterised by different shares of variable renewable technologies, hydroelectric power and nuclear energy.



The Full Costs of Electricity Provision VO

AEN n° 7298. 212 pages.

Disponible en ligne :

<http://oe.cd/nea-full-costs-2018>

Extended Summary

AEN n° 7437. 24 pages.

Disponible en ligne : <https://oe.cd/2pM>

Electricity provision touches upon every facet of life in OECD and non-OECD countries alike, and choosing how this electricity is generated – whether from fossil fuels, nuclear energy or renewables – affects not only economic outcomes but individual and social well-being in the broader sense. Research on the overall costs of electricity is an ongoing effort, as only certain costs of electricity provision are perceived directly by producers and consumers. Other costs, such as the health impacts of air pollution, damage from climate change or the effects on the electricity system of small-scale variable production are not reflected in market prices and thus diminish well-being in unaccounted for ways.

Accounting for these social costs in order to establish the full costs of electricity provision is difficult, yet such costs are too important to be disregarded in the context of the energy transitions currently under way in OECD and NEA countries. This report draws on evidence from a large number of studies concerning the social costs of electricity and identifies proven instruments for internalising them so as to improve overall welfare.

The results outlined in the report should lead to new and more comprehensive research on the full costs of electricity, which in turn would allow policy makers and the public to make better informed decisions along the path towards fully sustainable electricity systems.



Uranium 2018: Resources, Production and Demand VO

AEN n° 7413. 458 pages.

Disponible en ligne :

<http://oe.cd/nea-red-book-27>

Uranium is the raw material used to produce fuel for long-lived nuclear power facilities, necessary for the generation of significant amounts of baseload low-carbon electricity for decades to come. Although a valuable commodity, declining market prices for uranium in recent years, driven by uncertainties concerning the evolution in the use of nuclear power, have led to significant production cutbacks and the postponement of mine development plans in a number of countries and to some questions being raised about future uranium supply.

This 27th edition of the "Red Book", a recognised world reference on uranium jointly prepared by the Nuclear Energy Agency (NEA) and the International Atomic Energy Agency (IAEA), provides analyses and information from 41 producing and consuming countries in order to address these and other questions.

The present edition provides the most recent review of world uranium market fundamentals and presents data on global uranium exploration, resources, production and reactor-related requirements. It offers updated information on established uranium production centres and mine development plans, as well as projections of nuclear generating capacity and reactor-related requirements through 2035, in order to address long-term uranium supply and demand issues.

Sûreté et réglementation nucléaires



Phenomena Identification and Ranking Table VO

R&D Priorities for Loss-of-Cooling and Loss-of-Coolant Accidents in Spent Nuclear Fuel Pools

AEN n° 7443. 82 pages.

Disponible en ligne : <https://oe.cd/2pN>

The present report is a follow up to this status report, documenting the results of a Phenomena Identification and Ranking Table (PIRT) exercise conducted by the NEA. This PIRT exercise identified SFP accident phenomena that are of high importance and yet are highly uncertain, thus highlighting their primary interest for further studies. The report recommends further support for existing experimental programmes and the establishment of a number of new programmes to focus, for example, on large-scale thermal-hydraulic experiments on the coolability of partly or completely uncovered spent-fuel assemblies and the investigation of spray cooling for uncovered spent-fuel assemblies in typical storage racks.

Protection radiologique et aspects humains de la sûreté nucléaire



Country-Specific Safety Culture Forum: Sweden VO

AEN n° 7420. 52 pages.

Also available in Swedish.

Disponible en ligne :

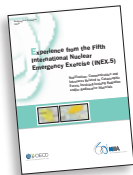
<https://oe.cd/nea-cssc-sweden-pub>

One of the many important lessons learnt about nuclear safety over the years has been that human aspects of nuclear safety are as important as any technical issue that may arise in the course of nuclear operations. The international nuclear community can work together to identify and address issues associated with components and systems and compare operational experiences, but identifying how human behaviour affects safety and the best approaches to examine this behaviour from country to country remains less common.

Practical experience has nevertheless shown that there are important differences in how people work together and communicate across borders. People's behaviours,

attitudes and values do not stop at the gate of a nuclear installation, and awareness of the systemic nature of culture and its deeper aspects, such as the dynamics of how values and assumptions influence behaviours, continues to evolve.

The NEA safety culture forum was created to gain a better understanding of how the national context affects safety culture in a given country and how operators and regulators perceive these effects in their day-to-day activities. The ultimate goal is to ensure safe nuclear operations. The first NEA safety culture forum – a collaborative effort between the NEA, the World Association of Nuclear Operators (WANO) and the Swedish Radiation Safety Authority (SSM) – was held in Sweden in early 2018. This report outlines the process used to conduct the forum, reveals findings from the discussions and invites the nuclear community to further reflect and take action.



Experience from the Fifth International Nuclear Emergency Exercise (INEX-5)

NEA No. 7379. 60 pages.

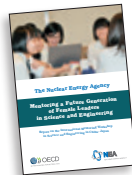
Disponible en ligne : <https://oe.cd/2oG>

The NEA has a long tradition of expertise in the area of nuclear emergency policy, planning, preparedness and management. Through its activities in this field, it offers member countries unbiased assistance on nuclear preparedness matters, with a view to facilitating improvements in nuclear emergency preparedness strategies and response at the international level. A central approach to this has been the preparation and conduct of the International Nuclear Emergency Exercise (INEX) series.

The Fifth International Nuclear Emergency Exercise (INEX-5) was developed specifically in response to member countries' desire to test and demonstrate the value of changes put in place following the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident. Exercise objectives focused on notification, communication and interfaces related to catastrophic events involving ionising radiation and/or radioactive material. The exercise was held during 2015 and 2016, with 22 countries participating in the exercise.

This report summarises the major evaluation outcomes of the national and regional exercises, policy level outcomes, recommendations and follow-up activities emerging from INEX-5 and the discussions at the INEX-5 International Workshop. A set of key needs were identified in areas such as real-time communication and information sharing among countries and international partners, improving cross-

border and international co-ordination of protective measures and considering the mental health impacts on populations when implementing protective measures.



Mentoring a Future Generation of Female Leaders in Science and Engineering

AEN n° 7454. 12 pages.

Disponible en ligne : <https://oe.cd/2pP>

The NEA mentoring workshops are in line with the initiatives being undertaken by countries around the world to ensure that expertise is maintained in highly technical areas such as nuclear safety, radiological protection and other critical disciplines. Capacity-building efforts focusing on science, technology, engineering and mathematics (STEM) fields need to be sustained and reinforced – particularly those aimed at young women, who are significantly under-represented in many areas. It is in this spirit that the NEA partnered with Japan's National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology (QST) in 2017 to organise its first International Mentoring Workshop in Science and Engineering, on 25-26 July 2017 in Chiba, Japan. The success of this first workshop has led to the organisation of two additional workshops in 2018, both of which are introduced in this brochure – one in Tokyo, Japan, and the other in Ávila, Spain. These workshops are a clear manifestation of the NEA's commitment to maintaining, and further strengthening, its momentum in encouraging a future generation of female leaders in science and engineering fields.



Proceedings of the Fifth International Nuclear Emergency Exercise (INEX-5) Workshop

AEN n° 7442. 54 pages.

Aussi disponible en suédois.

Disponible en ligne : <https://oe.cd/2pO>

The Fifth International Nuclear Emergency Exercise (INEX-5) Workshop was held in early 2017. Representatives from 22 member countries, the International Atomic Energy Agency and the European Commission attended the workshop, where participants identified elements emerging from INEX-5 that would help improve international and national arrangements for notification, communication and interfaces related to catastrophic events involving radiation or radiological materials.

The workshop was an interactive experience structured around invited presentations, moderated discussions and breakout

groups that addressed the four broad topics of communication and information sharing with other countries and international partners; cross-border and international co-ordination of protective actions; mid- and long-term aspects of recovery; and connections with the work of other international organisations and networks. These proceedings provide a summary of the proposals and recommendations for future work in emergency management.



Towards an All-Hazards Approach to Emergency Preparedness and Response

AEN n° 7308. 100 pages.

Disponible en ligne : <http://oe.cd/nea-all-hazards-pub-2018>

Executive Summary

8 pages.

Disponible en ligne : <https://oe.cd/2ul>

The field of emergency management is broad, complex and dynamic. In the post-Fukushima context, emergency preparedness and response (EPR) in the nuclear sector is more than ever being seen as part of a broader framework. The OECD has recommended that its members “establish and promote a comprehensive, all-hazards and transboundary approach to country risk governance to serve as the foundation for enhancing national resilience and responsiveness”. In order to achieve such an all-hazards approach to emergency management, a major step in the process will be to consider experiences from the emergency management of hazards emanating from a variety of sectors.

The NEA Working Party on Nuclear Emergency Matters (WPNEM) joined forces with the OECD Working Group on Chemical Accidents (WGCA), the OECD Public Governance Directorate's High-Level Risk Forum (HLRF) and the European Commission's Joint Research Centre (JRC) to collaborate on this report, which demonstrates similarities between emergency planning and preparedness across sectors, and identifies lessons learnt and good practices in diverse areas for the benefit of the international community. A set of expert contributions, enriched with a broad range of national experiences, are presented in the report to take into account expertise gathered from the emergency management of hazards other than those emanating from the nuclear sector in an effort to support and foster an all-hazards approach to EPR.

Gestion des déchets radioactifs



Metadata for Radioactive Waste Management

AEN n° 7378. 68 pages.
Disponible en ligne : <https://oe.cd/2uk>

National programmes for radioactive waste management require very large amounts of data and information across multiple and disparate disciplines. These programmes tend to run over a period of many decades resulting in a serious risk of data and information loss, which in turn can threaten the production and maintenance of robust safety cases.

Metadata and associated tools and techniques play a crucial role in modern data and information management. The Radioactive Waste Repository Metadata Management (RepMet) initiative has prepared the first international study on the application of metadata to the field of radioactive waste management. This report introduces the concept of metadata, explains how metadata can help to facilitate data management, and gives advice on the issues arising when developing metadata within radioactive waste management programmes. It is aimed at readers looking to obtain a high-level overview of metadata, and associated tools and techniques, and the strategic importance they can play in Radioactive Waste Management Organisations (RWMOs).



Microbial Influence on the Performance of Subsurface, Salt-Based Radioactive Waste Repositories

AEN n° 7387. 68 pages.
Disponible en ligne : <http://oe.cd/2hy>

For the past several decades, the NEA Salt Club has been supporting and overseeing the characterisation of rock salt as a potential host rock for deep geological repositories. This extensive evaluation of deep geological settings is aimed at determining – through a multidisciplinary approach – whether specific sites are suitable for radioactive waste disposal. Studying the microbiology of granite, basalt, tuff and clay formations in both Europe and the United States has been an important part of this investigation, and much has been learnt about the potential influence of microorganisms on repository performance, as well as about deep subsurface microbiology in general. Some uncertainty

remains, however, around the effects of microorganisms on salt-based repository performance. Using available information on the microbial ecology of hypersaline environments, the bioenergetics of survival under high ionic strength conditions and studies related to repository microbiology, this report summarises the potential role of microorganisms in salt-based radioactive waste repositories.

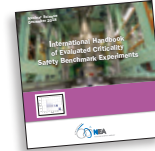


Preparing for Decommissioning During Operation and after Final Shutdown

AEN n° 7374. 160 pages.
Disponible en ligne : <http://oe.cd/2i0>

The transition from an operating nuclear facility to the decommissioning phase is critical in the life cycle of every facility. A number of organisational and technical modifications are needed in order for the facility to meet new objectives and requirements, and a certain number of activities must be initiated to support the transition and preparation for the dismantling of the facility. Thorough preparation and planning is key for the success of global decommissioning and dismantling projects, both to minimise delays and undue costs and to ensure a safe and efficient decommissioning process. The aim of this report is to inform regulatory bodies, policy makers and planners about the relevant aspects and activities that should begin during the last years of operation and following the end of operation. Compiling lessons learnt from experiences and good practices in NEA member countries, the report supports the further optimisation of transition strategies, activities and measures that will ensure adequate preparation for decommissioning and dismantling.

Sciences nucléaires et Banque de données



International Handbook of Evaluated Criticality Safety Benchmark Experiments

AEN n° 7360. DVD.

The International Criticality Safety Benchmark Evaluation Project (ICSBEP) Handbook contains criticality safety benchmark specifications that have been derived from experiments that were performed at various critical facilities around the world. The benchmark specifications are intended for use by criticality and safety analysts as well as nuclear data evaluators to validate calculational techniques and data. The handbook is produced by the ICSBEP working group, under the aegis of the NEA. While co-ordination and administration of the ICSBEP is undertaken by the NEA, each participating country is responsible for the administration, technical direction, and priorities of the project within their respective countries. Access to some of the information and data included in this handbook may be restricted; full conditions for access are available online.

The 2018 edition contains data evaluated criticality safety benchmark data in nine volumes that span over 70 000 pages. The handbook contains 567 evaluations with benchmark specifications for 4 913 critical, near-critical or subcritical configurations, 45 criticality alarm placement/shielding configurations with multiple dose points for each, and 215 configurations that have been categorised as fundamental physics measurements that are relevant to criticality safety applications.



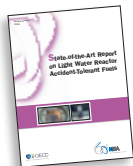
International Handbook of Evaluated Reactor Physics Benchmark Experiments

AEN n° 7361. DVD.

The International Handbook of Evaluated Reactor Physics Experiments contains reactor physics benchmark specifications that have been derived from experiments that were performed at various nuclear facilities around the world. The benchmark specifications are intended for use by reactor designers, safety analysts and nuclear data evaluators to validate calculational techniques and data. The handbook is a product of the International Reactor Physics Evaluation (IRPhE) project, conducted by the OECD

Nuclear Energy Agency (NEA). While co-ordination and administration of the IRPhE project is undertaken by the NEA, each participating country is responsible for the administration, technical direction, and priorities of the project within their respective countries. Access to some of the information and data included in this handbook may be restricted; full conditions for access are available online.

The 2018 edition contains data from 159 different experimental series that were performed at 54 different nuclear facilities. Some 156 of the 159 evaluations are published as approved benchmarks. The remaining five evaluations are published as draft documents only. All draft documents were reviewed by the International Reactor Physics Evaluation (IRPhE) Technical Review Group (TRG). Example calculations are presented; however, these calculations do not constitute validation or endorsement of the codes or cross section data. The IRPhE project is patterned after the International Criticality Safety Benchmark Evaluation Project (ICSBEP) and is closely co-ordinated with the ICSBEP. Some benchmark data are applicable to both nuclear criticality safety and reactor physics technology. Some have already been evaluated and published by the ICSBEP, but have been extended to include other types of measurements besides the critical configuration.



State-of-the-Art Report on Light Water Reactor Accident-Tolerant Fuels

VO

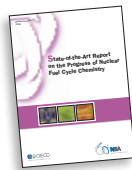
AEN n° 7317. 368 pages.

Disponible en ligne :

<https://oe.cd/nea-ATFs-2018>

As part of a broader spectrum of collaborative activities underpinning nuclear materials research, the NEA is supporting worldwide efforts towards the development of advanced materials, including fuels for partitioning and transmutation purposes and accident-tolerant fuels (ATFs). This state-of-the-art report on ATFs results from the collective work of experts from 35 institutions in 14 NEA member countries, alongside invited technical experts from China. It represents a shared and consensual position, based on expert judgment, concerning the scientific and technological knowledge related to ATFs. The report reviews available information on the most promising fuels and cladding concepts in terms of properties, experimental data and modelling results, as well as ongoing research and development activities. It also includes a description of illustrative accident scenarios that may be adopted to assess the potential

performance enhancement of ATFs relative to the current standard fuel systems in accident conditions, a definition of the technology readiness levels applicable to ATFs, a survey of available modelling and simulation tools (fuel performance and severe accident analysis codes), and the experimental facilities available to support the development of ATF concepts. The information included in this report will be useful for national programmes and industrial stakeholders as an input to setting priorities, and helping them to choose the most appropriate technology based on their specific strategy, business case and deployment schedules.



State-of-the-Art Report on the Progress of Nuclear Fuel Cycle Chemistry

VO

AEN n° 7267. 300 pages.

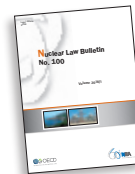
Disponible en ligne :

<http://oe.cd/2iF>

The implementation of advanced nuclear systems requires that new technologies associated with the back end of the fuel cycle are developed. The separation of minor actinides from other fuel components is one of the advanced concepts being studied to help close the nuclear fuel cycle and to improve the long-term effects on the performance of geological repositories. Separating spent fuel elements and subsequently converting them through transmutation into short lived nuclides should considerably reduce the long-term risks associated with nuclear power generation.

R&D programmes worldwide are attempting to address such challenges, and many processes for advanced reprocessing and partitioning minor actinides are being developed. This report provides a comprehensive overview of progress on separation chemistry processes, and in particular on the technologies associated with the separation and recovery of minor actinides for recycling so as to help move towards the implementation of advanced fuel cycles. The report examines both aqueous and pyro processes, as well as the status of current and proposed technologies described according to the hierarchy of separations targeting different fuel components. The process criteria that will affect technology down selection are also reviewed, as are non proliferation requirements. The maturity of different reprocessing techniques are assessed using a scale based on the technology readiness level, and perspectives for future R&D are reviewed.

Droit nucléaire



Nuclear Law Bulletin No. 100

Volume 2018/1

AEN n° 7367. 148 pages.

Version française à paraître.

Disponible en ligne :

<http://oe.cd/2jB>

The *Nuclear Law Bulletin* is a unique international publication for both professionals and academics in the field of nuclear law. It provides readers with authoritative and comprehensive information on nuclear law developments. Published free online twice a year in both English and French, it features topical articles written by renowned legal experts, covers legislative developments worldwide and reports on relevant case law, bilateral and international agreements as well as regulatory activities of international organisations.

Feature articles and studies in this issue include: "Legal challenges to the operation of nuclear reactors in Japan"; "Inside nuclear baseball: Reflections on the development of the safety conventions"; and "The Peaceful Nuclear Energy Programme in the United Arab Emirates: Background and history".

Publication des organes coordonnés par le Secrétariat



Generation IV International Forum (GIF) Annual Report 2017 ^{VO}

Rapport GIF 182 pages.

This eleventh edition of the *Generation IV International Forum (GIF) Annual Report* highlights the main achievements of the Forum in 2017. During the year, several of the GIF Project Arrangements were extended for another ten years, new projects were prepared and others terminated, thereby setting the scene for long-term co-operation among GIF members. Australia, which joined the GIF in 2016, formally acceded to the Framework Agreement in 2017, and subsequently signed the Systems Arrangements for very high temperature reactors and the molten salt reactors. The safety design criteria and guidelines first developed for sodium fast reactors were extended to other systems, and the Education and Training Task Force successfully organised twelve webinars. In the context of rapidly evolving energy markets and efforts to reduce global greenhouse gas emissions, the GIF continued to work on assessing and highlighting the benefits of deploying Generation IV systems with the support of the Economic Modelling Working Group and the Senior Industry Advisory Panel.



International Framework for Nuclear Energy Cooperation ^{VO}

Brochure IFNEC. 8 pages.

Disponible en ligne : www.ifnec.org



Multinational Design Evaluation Programme (MDEP) Annual Report: April 2017-April 2018 ^{VO}

Rapport MDEP. 56 pages.

Disponible en ligne : <https://oe.cd/2rQ>



Nuclear Power Plant Operating Experience ^{VO}

From the IAEA/NEA International Reporting System for Operating Experience 2012–2014

AEN n° 7448. 56 pages.

Disponible en ligne : <https://oe.cd/2pQ>

The International Reporting System for Operating Experience (IRS) is an essential system for the exchange of information on safety related events at nuclear power plants worldwide. The fundamental objective of the IRS is to enhance the safety of nuclear power plants through the sharing of timely and detailed information on such events, and the lessons that can be learned from them, to reduce the chance of recurrence at other plants.

The first edition of this publication covered safety related events reported between 1996 and 1999. This sixth edition covers the 2012–2014 period and highlights important lessons learned from a review of the 258 event reports received from participating States during those years.

The IRS is jointly operated and managed by the NEA and the IAEA.

Direction de l'AEN



ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

L'OCDE est un forum unique en son genre où les gouvernements de 36 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, la Lettonie, la Lituanie, 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 1er février 1958. Elle réunit actuellement 33 pays : l'Allemagne, l'Argentine, l'Australie, l'Autriche, la Belgique, le Canada, la Corée, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la Fédération de Russie, 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, la Roumanie, le Royaume-Uni, la Slovénie, la Suède, la Suisse et la Turquie. La Commission européenne et l'Agence internationale de l'énergie atomique participent 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 de l'OCDE concernant des aspects tels que l'énergie et le développement durable des économies bas carbone.

Les domaines de compétence de l'AEN comprennent la sûreté nucléaire et le régime des autorisations, la gestion des déchets radioactifs et du démantèlement, 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.

Publié en anglais sous le titre :

2018 NEA ANNUAL REPORT

Ce document, ainsi que les données [statistiques] et cartes 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.

© OECD 2019

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 neapub@oecd-nea.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.

Crédit photos couverture : Combustible à oxydes mixtes (MOX), Shikoku Electric Power Co, Inc., Kagawa, Japon et Atelier de mentorat "Joshikai for Future Scientists: International Mentoring Workshop in Science and Engineering", Chiba, Japon.

Publications et informations de l'AEN

Le **catalogue complet des publications** est disponible en ligne à www.oecd-nea.org/pub.

Outre une présentation de l'Agence et de son programme de travail, le **site Internet de l'AEN** propose des centaines de rapports téléchargeables gratuitement sur des questions techniques ou de politique.

Il est possible de s'abonner gratuitement (www.oecd-nea.org/bulletin) à un **bulletin électronique mensuel** présentant les derniers résultats, événements et publications de l'AEN.

Consultez notre page Facebook sur www.facebook.com/OECDNuclearEnergyAgency ou suivez-nous sur **Twitter** @OECD_NEA.

Les pays membres de l'AEN

(au 1^{er} avril 2019)



Allemagne



Argentine



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



Roumanie



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

NEA No. 7463