Projets communs et autres projets en coopération

SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Projet OCDE de réacteur de Halden

Le Projet de réacteur de Halden est le projet le plus ancien et le plus important de l'AEN et représente aujourd'hui un large réseau international de spécialistes de la fiabilité du combustible nucléaire, de l'intégrité des internes des réacteurs, du contrôle-commande et du facteur humain. Ce projet dure depuis 40 ans, le mandat étant renouvelé tous les trois ans. Le programme actuel a démarré au début de 2000 et se terminera à la fin de 2002. Au programme d'étude du combustible et des matériaux figuraient en 2000 des expériences sur des combustibles (UO_2 et MOX) réalisées à des hauts et très hauts taux de combustion dans des conditions normales de fonctionnement ainsi que la préparation d'essais de transitoires. La fragilisation et la fissuration des matériaux des internes du réacteur ont été étudiées dans le cadre d'expériences conduites dans des conditions représentatives de celles d'un réacteur réel avec une instrumentation avancée. Les travaux menés sur les contrôles-commandes ont permis d'évaluer des systèmes susceptibles d'améliorer les performances et la sûreté en exploitation des centrales. Les activités dans le domaine du facteur humain sont venues enrichir notre connaissance du comportement de l'homme dans une salle de commande et ont montré comment ces résultats peuvent être intégrés à la conception technique des salles de commande. Le projet se déroule dans l'établissement de Halden, en Norvège, grâce à la participation d'une centaine d'organisations de vingt pays.

Pour préciser l'orientation des futurs travaux, le Comité de direction du Projet de Halden a décidé de revoir les priorités techniques, l'organisation et l'exécution des programmes. Les membres de ce Comité, assistés du Secrétariat de l'AEN, ont procédé à cette revue en 2000.

La recommandation du Comité de direction du Projet de Halden concernant la poursuite des transferts de technologie et de savoir-faire aux jeunes générations s'est concrétisée par l'organisation d'une école d'été en août 2000. La Division de la sûreté nucléaire de l'AEN soutient cette initiative.

Le Projet Cabri-Boucle à eau

Le Projet Cabri-Boucle à eau doit permettre d'étudier la capacité du combustible à haut taux de combustion de supporter les pics de puissance qui peuvent survenir dans les réacteurs de puissance en raison de l'insertion rapide de réactivité dans le cœur (accidents de réactivité). Ce programme suppose d'importantes modifications et mises à niveau de l'installation. Il consistera à réaliser 12 expériences sur du combustible retiré de réacteurs de puissance et refabriqué à la longueur adaptée aux expériences. Le projet a commencé en 2000 pour une durée de huit ans. Les grandes lignes du programme de travail et du calendrier ont été définies, mais le détail des expériences fait encore l'objet de discussions avec les participants. Les travaux expérimentaux seront réalisés à l'Institut de protection et de sûreté nucléaire (IPSN) à Cadarache, en France, où se trouve le réacteur Cabri. Cependant, pour l'exécution du programme, d'autres laboratoires des organisations participantes pourront apporter leurs contributions (par exemple pour la caractérisation du combustible ou les examens post-irradiatoires).

En mars 2000, l'accord définissant les conditions de réalisation du projet a été examiné, de même que les recommandations des participants. Après débats et révision, le Secrétariat de l'AEN a établi la version finale de l'accord qui a été diffusée aux participants. Onze des douze pays à qui l'Accord cadre était initialement destiné l'ont signé.

Le Groupe consultatif technique et le Comité de pilotage de Cabri se sont réunis respectivement trois fois et deux fois en 2000. La définition des premiers essais (c'est-à-dire le type de combustible qui sera étudié) ainsi que celle des examens avant et après essais ont bien avancé. Les mesures à prendre pour se procurer les combustibles ont été identifiées, les spécifications de la section d'essai et de l'instrumentation font l'objet de discussions et les conditions thermohydrauliques dans lesquelles seront réalisés les essais sont actuellement calculées.

Projet OCDE de réacteur de Halden, Norvège

Atelier de recherche Hammlab, sur le facteur humain, au Projet OCDE de réacteur de Halden.

Le Projet Rasplav

Le Projet Rasplav[1], destiné à définir des stratégies de gestion d'accidents potentiels avec fusion du cœur, a été mené à bonne fin. Les résultats figurent dans le rapport final présenté lors du séminaire Rasplav 2000 au mois de novembre.

Le Projet Rasplav, parrainé par l'OCDE/AEN, a été lancé voilà six ans. Il consistait à réaliser quatre essais à grande échelle, complétés par une série d'expériences à plus petite échelle, toujours sur des matériaux représentatifs de ceux que l'on trouve dans des cœurs de réacteurs de puissance. Pour tester ces matériaux à l'état fondu, il faut appliquer des températures d'environ 3 000°C, ce qui constitue un véritable défi d'autant que les essais sont effectués à grande échelle. Les expériences ont eu lieu à l'Institut Kourtchatov, près de Moscou, et le travail analytique a été réalisé par l'Institut de sûreté nucléaire (IBRAE) de l'Académie des sciences russe.

Ce projet a été l'occasion de réunir la Russie et 16 pays Membres de l'OCDE, à savoir les États-Unis, le Canada, la République de Corée, le Japon et 12 pays européens.

Quatre-vingts spécialistes de 14 pays ont assisté au dernier séminaire Rasplav organisé à Munich à l'invitation de la *Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit* (GRS). La synthèse du séminaire est disponible sur le site web de l'AEN à l'adresse www.nea.fr/html/jointproj/rasplav.html.

Le Projet MASCA

Suite à une recommandation du Comité sur la sûreté des installations nucléaires (CSIN) de l'AEN, l'Institut Kourtchatov a proposé, lors d'une réunion de spécialistes techniques organisée au printemps 2000, de prolonger le Projet Rasplav par un nouveau projet du nom de MASCA. Il s'agit par ce projet de lever les dernières incertitudes concernant le chargement thermique de la cuve du réacteur et, par voie de conséquence, la possibilité de retenir le bain fondu dans la cuve. Ces incertitudes sont essentiellement associées aux effets d'échelle et au couplage entre la thermohydraulique et la chimie du cœur fondu. Sur cet axe fondamental des travaux, des expériences et analyses seront réalisées afin de comprendre les phénomènes intéressants et de proposer une interprétation cohérente des résultats à l'aide de modèles mécanistes.

Les spécialistes ont approuvé la proposition de l'Institut Kourtchatov, et des organisations de 17 pays ont confirmé leur participation au projet qui comportera des essais de matériaux prototypiques réalisés à l'Institut Kourtchatov. Le projet, prévu pour trois ans, devrait se terminer au milieu de l'année 2003.

Projet Sandia d'étude de la rupture du fond inférieur de la cuve

Ce projet, d'une durée de trois ans, a débuté en 1999. Huit pays membres étudient ensemble le comportement au fluage de maquettes du fond inférieur de réacteurs à eau ordinaire. Les informations qui sont ainsi recueillies permettront de mettre au point des stratégies de gestion des accidents graves prenant en compte le comportement hors cuve du cœur. À ce jour, cinq maquettes en acier du fond inférieur ont été soumises à des essais allant jusqu'à la rupture. Ce projet est le prolongement de travaux précédents des *Sandia National Laboratories* qui avaient été financés par la *Nuclear Regulatory Commission* des États-Unis.

Le Projet MCCI

Sur recommandation du CSIN, des experts réunis par l'AEN ont recommandé d'étudier le comportement hors cuve du corium. La proposition de projet expérimental du nom de MCCI présentée par l'*Argonne National Laboratory* a été recommandée.

Le Projet MCCI doit fournir des données expérimentales sur les phénomènes qui se produisent lors des accidents graves et permettre de résoudre deux importants problèmes de gestion des accidents. Il s'agit tout d'abord de vérifier que les débris fondus qui se sont répandus dans l'enceinte peuvent être stabilisés et refroidis à l'aide d'eau déversée par le haut. Ensuite, on étudiera les interactions bidimensionnelles à long terme de la masse fondue avec la structure en béton de l'enceinte car leur cinétique est essentielle pour évaluer les conséquences d'un accident grave. Pour parvenir à ces objectifs fondamentaux, des expériences et analyses seront réalisées afin d'approfondir ces phénomènes et de proposer une interprétation cohérente des résultats qui soit utilisable pour la gestion des accidents. Le Projet MCCI sera lancé en 2001.

Le Projet SETH

Un rapport récent du CSIN recense les besoins de recherches en sûreté dans le domaine de la thermohydraulique ainsi que les installations dont la survie dépend du lancement de collaborations internationales. Les responsables de deux de ces installations ont proposé un programme expérimental, devenu le Projet SETH, dont l'objectif est d'étudier les phénomènes thermohydrauliques importants pour la mise au point de la gestion des accidents.

Les expériences, qui seront conduites dans l'installation PANDA de l'Institut Paul Scherrer, en Suisse, doivent fournir des données sur les écoulements 3D de gaz dans l'enceinte et sur leur distribution, paramètres essentiels pour améliorer les capacités prédictives des codes, la gestion des accidents et la conception des mesures de mitigation. Elles seront réalisées sur des géométries de grande taille à compartiments multiples de façon à pouvoir utiliser les données recueillies pour améliorer et valider les codes d'analyse de la sûreté. Les essais qui se dérouleront dans le Primär Kreislauf de Siemens, en Allemagne porteront sur deux problèmes de sûreté rencontrés dans les REP, à savoir les accidents de dilution du bore et la perte du refroidissement dans la plage de travail basse du réacteur à l'arrêt. La première catégorie d'essais servira à vérifier si la dilution du bore lors d'un accident de perte du réfrigérant primaire dû à une petite brèche suivi du rétablissement de la circulation naturelle peut créer des conditions favorisant une insertion de réactivité dans le cœur. La seconde série d'essais servira à évaluer les mesures de gestion des accidents destinées à empêcher le dénoyage du combustible lors de la perte du refroidissement du cœur dans la plage de travail basse du réacteur à l'arrêt.

Le Projet SETH a reçu le soutien de 14 pays Membres de l'AEN. Il démarrera au printemps 2001 pour une durée de quatre ans.

1. « Rasplav » signifie « fondu » en Russe.

Le Projet PLASMA de l'OCDE

Le Projet PLASMA pourrait être considéré comme une retombée du Projet Halden dans la mesure où il représente une application et un prolongement pratique de la technologie mise au point pour la surveillance des installations à Halden. À l'instar d'un projet antérieur (SCORPIO VVER) il est également l'occasion de resserrer les liens entre les participants au projet Halden dans le cadre d'applications pratiques.

Ce projet s'inscrit dans une collaboration entre le *Japan Atomic Energy Research Institute* (JAERI), l'Académie des sciences de Hongrie (KFKI), la centrale nucléaire de Paks, en Hongrie et le centre de Halden, en Norvège. Il s'agit d'installer des panneaux de sûreté dans les centrales équipées de réacteurs VVER dans le cadre de la mise à niveau des contrôles-commandes. La centrale nucléaire de Paks a été adoptée comme installation de référence où installer le panneau en vue de sa démonstration. Ce projet, d'une durée de deux ans, a pris fin en 2000.

La dernière étape du projet a consisté à organiser un atelier afin de familiariser les opérateurs de centrales VVER avec le système PLASMA.

Le Projet ICDE

Le Projet international d'échange de données de défaillances de cause commune (ICDE) a été lancé en 1998 sous les auspices de l'AEN. Un nouvel accord concernant la période 2000-2002 est en vigueur. Neuf pays Membres de l'AEN y participent actuellement.

Le Projet ICDE a été conçu de façon à couvrir tous les événements éventuellement intéressants, à savoir des défaillances complètes, partielles ou des amorces de défaillances. Il inclut les composants vitaux des principaux systèmes de sûreté tels que les pompes centrifuges, les groupes diesel, les vannes motorisées, les vannes de décharge motorisées, les soupapes de sûreté, les clapets anti-retour, les disjoncteurs du système de protection réacteur, les batteries et les transmetteurs.

Ces composants ont été choisis parce qu'ils sont, d'après plusieurs études probabilistes de sûreté, les principaux facteurs de risque en cas de défaillance de cause commune. Les enseignements qualitatifs tirés de l'analyse des données permettent de limiter le nombre des défaillances de cause commune qui présentent un risque significatif. À long terme, on compte ainsi posséder une large base de données pour la quantification de ces défaillances.

RADIOPROTECTION

Exercice international de comparaison des systèmes dosimétriques utilisés en situation accidentelle

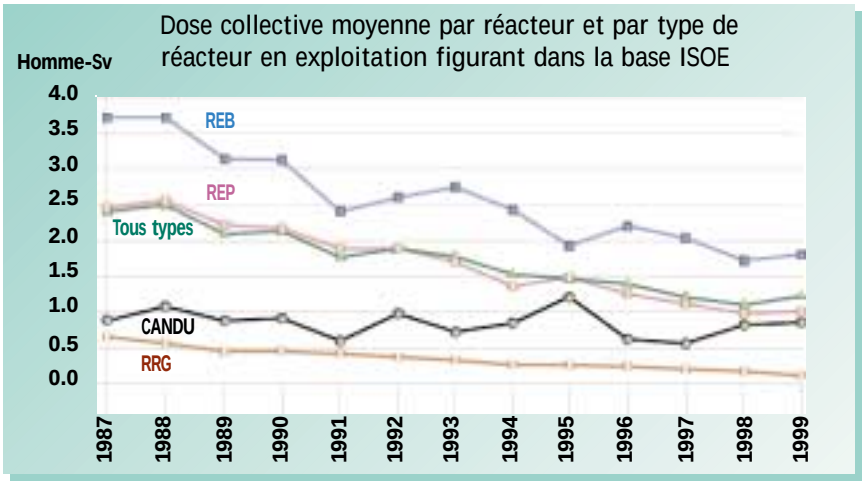
Au cours des dernières années, plusieurs accidents se sont produits durant lesquels des travailleurs sous rayonnements ont été surexposés parfois très gravement. Il est essentiel dans ces cas de disposer d'une dosimétrie personnelle précise pour soigner efficacement le personnel fortement exposé et pour bien évaluer l'accident et ses conséquences afin d'éviter ce type de situation dans l'avenir. C'est pourquoi l'Institut de protection et de sûreté nucléaire (IPSN) français et l'AEN ont décidé d'organiser un exercice international de comparaison de la dosimétrie d'accident, qui bénéficie d'une assistance financière de la Commission européenne.

Le fonctionnement des systèmes dosimétriques utilisés en cas d'accident sera validé par une irradiation contrôlée dans l'environnement bien caractérisé du champ mixte de rayonnement neutronique et gamma du réacteur SILENE. Étant donné que l'on peut faire varier l'intensité des champs de rayonnement produits par le réacteur SILENE de valeurs extrêmement fortes à extrêmement faibles, il a été possible de tester plusieurs types de dosimétrie d'accident. Il s'agit notamment de méthodes biologiques (en utilisant des échantillons sanguins par exemple), de dosimétrie individuelle, d'ambiance ou même d'environnement.

Les scénarios techniques et l'organisation détaillée de l'exercice ont été définitivement mis au point en 2000. Une soixantaine d'organisations ont déjà indiqué leur intention de participer à cet exercice de comparaison qui devrait avoir lieu au printemps 2002.

ISOE : Système international d'information sur la radioexposition professionnelle

Le programme ISOE lancé en 1992 et co-patronné par l'AIEA, a pour objectif de favoriser et de coordonner la coopération internationale dans le domaine de la protection du personnel travaillant dans les centrales nucléaires, d'obtenir les données d'exposition professionnelle annuelle des centrales nucléaires et de procéder à leur analyse pour dégager des tendances générales et, enfin, de permettre aux experts de radioprotection de se rencontrer pour communiquer.



À la fin de l'an 2000, participaient à ce programme 450 réacteurs (en exploitation, en arrêt à froid ou à des stades divers de démantèlement) appartenant à 72 compagnies d'électricité basées dans 27 pays. Les autorités de sûreté de 26 pays prennent également part au programme ISOE. Les 397 réacteurs en exploitation couverts par ce programme représentent 92 % des réacteurs nucléaires commerciaux en exploitation dans le monde (sur un total de 433), de sorte que ISOE est la plus vaste base de données d'exposition professionnelle du monde. En 2000, la Fédération de Russie s'est jointe au programme ISOE avec 13 réacteurs VVER et un réacteur rapide.

À en juger par la dose collective moyenne par réacteur en exploitation inscrit dans la base de données ISOE, on observe une évidente tendance à la baisse sur la période 1987-1999. On trouvera dans la publication récente intitulée *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Ninth Annual Report of the ISOE Programme*, *1999* (OCDE/AEN, 2000) des tendances et des informations complémentaires.

GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS ET DONNÉES Y AFFÉRENTES

Déclassement

Le programme de coopération du RWMC pour l'échange d'informations techniques et scientifiques sur les projets de déclassement des installations nucléaires (CPD) compte à présent 39 projets et a mis en place un programme de communication coordonné afin de mettre au point et de diffuser les principes, les stratégies et les avis techniques des responsables du déclassement. Le CPD continue à jouer un rôle essentiel dans les activités de déclassement en général.

Parallèlement aux travaux spécifiques du CPD, l'AEN a adopté une approche large et pluridisciplinaire de la réglementation et de la politique du déclassement. Sur la base de l'expérience collective du déclassement de l'AEN ainsi que de la réunion de travail de 1999 consacrée aux aspects réglementaires du déclassement, un exposé des problèmes a été préparé où sont recensés plusieurs thèmes essentiels. Les sujets suivants seront abordés en faisant appel à l'expertise de divers comités techniques permanents de l'AEN dans le cadre de leur programme de travail existant :

- Politique et stratégie de déclassement,
- Gestion des déchets et recyclage des matériaux,
- Autorisation de libération des sites et des installations,
- Financement et responsabilité à long terme,
- Cadre de réglementation de la sûreté en phase de déclassement.

ENRESA, Espagne

Opération de démantèlement à Vandellos 1, Espagne.

Projet de la base de données thermodynamiques sur les espèces chimiques (TDB)

Dans le cadre de ce projet, l'AEN met à la disposition des spécialistes qui procèdent à l'évaluation de sûreté des dépôts de déchets radioactifs une base de données thermodynamiques sur certains éléments chimiques qui a été soumise à une procédure d'assurance qualité et jouit d'une réputation internationale.

La Banque de données de l'AEN est le coordinateur du projet et est responsable de la maintenance et de la mise à jour de la base de données, fournit des renseignements bibliographiques aux pays Membres et publie les données thermodynamiques sur les espèces chimiques recommandées. L'examen des données recommandées pour le neptunium (Np) et le plutonium (Pu) est achevé, et le document a été envoyé à la publication à la fin de 2000.

Durant la seconde phase du projet TDB, cinq équipes d'experts responsables de l'évaluation et du choix des données recommandées ont travaillé :

- à la mise à jour des examens existants de l'U, de l'Am, du Tc, du Np et du Pu ;
- à l'évaluation des composés organiques simples de l'U, de l'Am, du Tc, du Np, du Pu, du Se, du Ni et du Zr ;
- à l'évaluation des composés inorganiques du Se, du Ni et du Zr.

Les équipes d'experts devraient achever leurs travaux en 2001.

Projet sur la sorption

Le projet de l'AEN sur la sorption a été lancé en octobre 1995 pour étudier dans quelle mesure les modèles thermodynamiques permettent de mieux représenter les phénomènes de sorption dans les évaluations des performances des dépôts de déchets radioactifs. La première phase du projet avait pour but de recueillir de nouvelles informations et de les présenter dans un rapport d'étape détaillé. Cette phase était essentiellement consacrée aux progrès réalisés en modélisation de la sorption grâce à la présentation d'exemples réussis de sorption des radionucléides dans des échantillons naturels.

Afin de mieux comprendre et quantifier la contribution possible des phénomènes de sorption à la sûreté des dépôts en formation géologique, les participants ont décidé d'entamer une deuxième phase du projet. Sorption II doit permettre de démontrer la validité de différentes techniques de modélisation thermodynamique des espèces chimiques pour le choix des paramètres de sorption utilisables dans les évaluations de sûreté. Ce projet prend la forme d'un exercice de « benchmarking » des différentes techniques de modélisation employées par les organisations qui participent au projet. Il s'agit avant tout d'interpréter des jeux de données choisis et bien caractérisés sur la sorption dans des matériaux complexes. En appliquant les diverses techniques de modélisation de manière systématique aux mêmes données mesurées, il sera possible de déterminer leurs mérites et leurs limitations respectives et, ainsi, de rédiger des recommandations sur leur utilisation.

Le projet devrait se poursuivre sur une période de 24 mois, sachant que la première étape intermédiaire s'achèvera au terme de six mois. Cette première échéance est importante pour permettre une évaluation de la viabilité du projet sur la base des séries de données recueillies. À l'heure actuelle 14 organisations de 10 pays Membres participent à Sorption II.