

Projets communs et autres projets en coopération

SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Le Projet OCDE de réacteur de Halden

Le Projet de réacteur de Halden, projet le plus important qu'ait entrepris l'AEN, a été lancé il y a plus de 40 ans. Il 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 des installations et du facteur humain. Le programme s'appuie principalement sur des expériences, la mise au point de produits et des analyses réalisées dans l'établissement de Halden en Norvège. Il réunit environ 100 organisations de 20 pays.

Dans le domaine du combustible et des matériaux, il s'agissait en 2002 de préparer une importante expérience de perte de réfrigérant primaire permettant d'élucider des phénomènes tels que le repositionnement du combustible après gonflement de la gaine. Le programme accorde toujours une place prépondérante aux propriétés du combustible à haut taux de combustion, et englobe des études de la corrosion du gainage des combustibles de REP consistant à comparer de nombreux alliages. Les travaux sur les propriétés, à taux de combustion élevé, de l' UO_2 et de combustibles mixtes et au gadolinium ont continué et ont été élargis aux combustibles à matrices inertes. Les études de la fragilisation et du comportement en fissuration des internes du réacteur ont fourni des informations inestimables sur la propagation des fissures dans des matériaux fortement irradiés. Le programme de travail sur les contrôles-commandes a permis de vérifier et de moderniser les systèmes de validation du signal, de surveillance de l'installation et de gestion des alarmes. Cette dernière fonction, notamment, a été explorée dans le cadre du programme de travail sur le facteur humain, principalement lors d'expériences effectuées au laboratoire d'étude de l'interface homme-machine de Halden.

Le Projet de Halden est reproductible tous les trois ans ; le dernier mandat expirait en 2002. Les discussions concernant la poursuite du projet ont été couronnées de succès. Le programme-cadre pour les trois ans qui viennent (2003-2005) a été établi et présenté au Conseil de Halden qui l'a approuvé à sa réunion de décembre. Le nouvel accord pour la période 2003-2005 a été diffusé aux membres pour signature.

L'école d'été poursuit ses activités avec le soutien de la Division de la sûreté nucléaire de l'AEN, en application d'une recommandation du Conseil de Halden en faveur de la poursuite du transfert de technologies et de savoir-faire aux jeunes générations. Le projet a par ailleurs organisé plusieurs ateliers et une grande réunion technique (réunion élargie du Groupe de programme de Halden) où ont été exposés les résultats récents des recherches réalisées à Halden.

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 à la suite d'une insertion rapide de réactivité dans le cœur (accidents de réactivité). Ce programme suppose d'importantes modifications et mises à niveau de l'installation. Il consiste à réaliser 12 expériences sur du combustible retiré de réacteurs de puissance et refabriqués à la longueur appropriée. Le projet a commencé en 2000 pour une durée de huit ans. Les expériences proprement dites seront effectuées à l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), à Cadarache, en France, où se trouve le réacteur Cabri. Cependant, d'autres laboratoires des organisations participantes contribuent à la préparation du combustible, aux examens post-irradiation et à l'instrumentation des canaux d'essai. À ce jour, l'Accord définissant les conditions de réalisation du projet a été signé par 14 organisations de 12 pays, dont des autorités de sûreté, des industriels et des établissements de recherche ; on met au point les derniers détails des accords bilatéraux.

Le Groupe consultatif technique s'est réuni deux fois en 2002. L'année a été consacrée à la collecte des informations pertinentes, à la définition des conditions d'essai et aux préparatifs des deux premiers essais, réalisés en octobre-novembre. Ces premiers essais portaient sur du combustible à très haut taux de combustion (environ 70 MWj/kg) équipés de deux types de matériaux de gainage modernes. On n'a pas constaté de rupture du combustible au cours du premier essai ; les résultats du second sont encore à l'étude.

De son côté, le Comité de pilotage de Cabri s'est aussi réuni deux fois pour discuter des différentes phases du projet, notamment de l'installation de la boucle à eau et des conditions de réalisation des essais prévus par le Groupe consultatif technique.

Le Projet MASCA

Le Projet MASCA étudie les conséquences d'un accident grave avec fusion du cœur. Il a été lancé au milieu de l'année 2000 pour une durée de trois ans (jusqu'en juillet 2003). Il réunit des organisations de 17 pays pour des expériences essentiellement réalisées à l'Institut Kourchatov dans une diversité d'installations adaptées aux tests de compositions de corium représentatives de celles que l'on peut trouver dans un réacteur de puissance. Les expériences doivent permettre 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 pour l'essentiel 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.

L'étude de l'influence de la composition chimique du corium fondu sur la stratification a continué en 2002, avec notamment des expériences consistant à ajouter du carbone et du bore à la masse fondue. La présence d'acier liquide dans le corium a également fait l'objet d'expériences. Les études de la redistribution des différents éléments chimiques, y compris des produits de fission, se sont achevées en 2002. Le programme continue de fournir des données alimentant la base de données sur les propriétés des matériaux. Comme le Projet MASCA actuel touche à sa fin, les participants ont entamé des discussions concernant sa prolongation éventuelle pour une nouvelle période de trois ans, prolongation que justifieraient les besoins expérimentaux mais aussi la qualité des travaux menés à ce jour.

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

Ce projet, lancé en 1999, s'est achevé en 2001. Huit pays membres ont étudié ensemble le comportement au fluage de maquettes du fond inférieur de réacteurs à eau ordinaire. Les informations qui ont ainsi été recueillies doivent servir à mettre au point des stratégies de gestion des accidents graves qui tiennent compte du comportement hors cuve du cœur.

Quatre essais au total ont été réalisés de même qu'un calcul de référence fondé sur les résultats du premier essai. Un séminaire, au mois de juin 2002, était consacré à l'examen des résultats d'ensemble du projet et aux analyses qu'en ont faites les participants.

Le Projet MCCI

Le Projet MCCI (*Melt Coolability and Concrete Interaction* – Refroidissement du bain fondu et interactions avec le béton) dont la gestion est assurée par l'USNRC, est réalisé à l'*Argonne National Laboratory* (États-Unis). Il a été lancé en 2002 pour quatre ans. Treize pays y participent. Il traite des phénomènes hors cuve susceptibles de se produire dans l'hypothèse où l'on ne parviendrait pas à retenir le cœur à l'intérieur de la cuve et où ce dernier se répandrait dans le puits de cuve où il risque d'entrer en interaction avec la structure en béton.

Le Projet MCCI doit fournir des données expérimentales concernant cet accident grave ci-dessus 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 avec de l'eau déversée par le haut. Ensuite, on étudiera les interactions 2D à long terme de la masse fondue avec la structure en béton de l'enceinte, car la cinétique de ces interactions est essentielle pour évaluer les conséquences d'un accident grave. Pour parvenir à ces objectifs, on a prévu des expériences et analyses permettant d'approfondir ces phénomènes et de proposer une interprétation cohérente des résultats qui soit utilisable pour la gestion des accidents.

Les premières expériences portaient sur les mécanismes de pénétration de l'eau, qui sont considérés comme les plus efficaces pour refroidir la masse fondue. Trois essais de ce type ont été réalisés en 2002. La définition de la suite du programme a avancé, en particulier la conception des essais 2D d'interaction cœur/béton à long terme.

Le Projet SETH

Le Projet SETH réunit 14 pays membres de l'AEN. Il a démarré en 2001 pour une durée de quatre ans. Il s'agit de réaliser des expériences de thermohydraulique destinées à la conception de mesures de gestion des accidents et d'utiliser, pour ce faire, des installations dont la survie dépend, d'après le CSIN, du lancement de collaborations internationales. Les essais, qui se dérouleront dans le *Primär Kreislauf* (PKL) de Framatome, en Allemagne, porteront sur deux problèmes de sûreté rencontrés dans les réacteurs à eau sous pression (REP), à savoir les accidents de dilution du bore susceptibles de survenir en cas de perte de réfrigérant primaire (APRP) due à une petite brèche et la perte du refroidissement dans la plage de travail basse du circuit de réfrigération à l'arrêt (RRA). La première catégorie d'essais servira à vérifier si la formation de bouchons d'eau faiblement borée lors d'un accident de perte de 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 devra déterminer les possibilités de dilution du bore en cas de perte de refroidissement dans la plage de travail basse du RRA. Ces expériences, qui seront effectuées sur l'installation PANDA de l'Institut Paul Scherrer, en Suisse, doivent fournir des données sur les écoulements 3D et leur distribution dans l'enceinte, paramètres essentiels pour améliorer les capacités prédictives des codes, la gestion des accidents et la conception des mesures de mitigation.

Les essais sur l'installation PKL, prévus dans la première phase du projet, ont été menés à bien en 2002. Il s'agissait, entre autres, d'un essai dans la plage de travail basse du RRA (circuit primaire ouvert) et d'essais d'APRP. Ils ont démontré que les transitoires mentionnés peuvent effectivement entraîner une dilution du bore dans certaines conditions. C'est pourquoi l'on envisage de poursuivre les essais sur PKL dans le cadre d'un nouvel accord, mais toujours sous la forme d'un projet de l'OCDE. Deux réunions ont été consacrées à la planification détaillée des essais PANDA. La matrice des essais a été examinée de manière approfondie et modifiée afin d'y inclure les phénomènes de condensation. Les détails de l'organisation des essais et de l'instrumentation ont été arrêtés.

Le Projet d'étude des condenseurs à barbotage

Conformément à une recommandation présentée par le CSIN en juin 2001, l'AEN a entamé les démarches nécessaires au lancement d'un projet destiné à lever les dernières inconnues concernant le comportement des condenseurs à barbotage dans des conditions accidentelles. Le projet a débuté en décembre 2001 pour s'achever en décembre 2002.

Le condenseur à barbotage est un système dont sont équipés les réacteurs VVER 440/213 et qui a pour fonction de limiter les surpressions dans le bâtiment réacteur lors d'un accident de perte de réfrigérant. Il s'agissait d'élucider les dernières inconnues sur le fonctionnement de ce système par l'analyse approfondie de résultats expérimentaux antérieurs et par trois nouvelles expériences réalisées au Centre de recherche d'Elektrogorsk (EREC), en Russie. Y ont participé les autorités de sûreté et les compagnies d'électricité de la République tchèque, de la Hongrie et de la République slovaque ainsi que des spécialistes de France, d'Allemagne et des États-Unis. L'Union européenne y contribue également. Quant au financement du programme d'essais, il est assuré par les compagnies d'électricité tchèque, hongroise et slovaque.



Condenseurs à barbotage à la centrale de Bohunice, en République slovaque.

Trois réunions de projet ont eu lieu en 2002. Les deux premières étaient consacrées aux analyses d'essais antérieurs et à la préparation des futures expériences, la troisième aux résultats des expériences, aux analyses pré- et post-essais, et à la préparation du rapport final sur le projet qui sera publié au premier semestre de 2003.

Le Projet ICDE

Le Projet international d'échange de données de défaillances de cause commune (ICDE) consiste à recueillir et à analyser le retour d'expérience sur les défaillances de « cause commune » (DCC) qui sont des défaillances susceptibles de toucher plusieurs systèmes, dont des systèmes de sûreté. Ce projet est opérationnel depuis 1998 et un nouvel accord couvrant la période de 2002 à 2005 est entré en vigueur en 2002.

Le Japon et la République de Corée se sont associés au projet en 2002. Les autres pays participants sont l'Allemagne, le Canada, l'Espagne, les États-Unis, la Finlande, la France, le Royaume-Uni, la Suède et la Suisse.

Le projet a été conçu de façon à couvrir tous les événements éventuellement intéressants, à savoir des défaillances complètes ou 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 les 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 permettront de limiter le nombre des défaillances de cause commune qui sont des facteurs de risque. À long terme, ce projet permettra de constituer une large base de données pour la quantification de ces défaillances.

Le Projet Fire

Le Projet Fire a été lancé en 2002 pour trois ans. Il est destiné à encourager la coopération multilatérale pour la collecte et l'analyse de données relatives aux incendies. Les objectifs du projet sont les suivants :

- Définir le format de collecte et recueillir (dans le cadre d'échanges internationaux) des données d'expérience sur les incendies dans une base de données cohérente sous assurance qualité.
- Recueillir et analyser sur le long terme des données sur les incendies de façon à mieux comprendre ces événements, leurs causes et les moyens de les éviter.
- Dégager des enseignements quantitatifs sur les causes premières des incendies afin de concevoir des méthodes ou mécanismes destinés à prévenir ces événements ou à en limiter les effets.
- Trouver un mécanisme efficace de retour d'expérience sur les incendies et mettre au point des parades, telles que des indicateurs destinés aux inspections fondées sur le risque et enregistrer les caractéristiques des incidents de façon à mesurer la fréquence des incendies et à quantifier les études de risque.

À ce jour, les pays participants au projet sont l'Allemagne, la Finlande, la France, le Japon, la République tchèque, la Suède et la Suisse. D'autres pays devraient les rejoindre sous peu.

Le Projet OPDE

Le Projet d'échange de données sur les ruptures de tuyauteries (OPDE) a été lancé en 2002 pour trois ans avec les objectifs suivants :

- Recueillir et analyser les données sur les ruptures de tuyauteries afin de mieux comprendre leurs causes, leurs répercussions sur le fonctionnement et la sûreté des centrales et les moyens de les éviter.
- En tirer des enseignements qualitatifs sur les causes premières de ces ruptures.
- Établir un mécanisme efficace de retour d'expérience sur les ruptures de tuyauteries et concevoir des parades.
- Recueillir des informations sur les données et facteurs de fiabilité des tuyauteries afin de faciliter le calcul des fréquences de ruptures de tuyauteries.

Le Projet OPDE devrait recouvrir tous les incidents susceptibles d'avoir un rapport avec des ruptures de tuyauteries. Tous les composants des tuyauteries des principaux systèmes de sûreté (Classes 1, 2 et 3 du code de l'ASME) seront concernés, mais aussi des circuits non classés « de sûreté », si leur fuite est susceptible de produire des initiateurs d'événements de mode commun tels que l'inondation interne de zone vitale de la centrale. Une rupture de tuyauteries d'un circuit d'eau brute, par exemple, peut provoquer une inondation importante. Le Groupe de revue du projet pourra à l'unanimité décider d'ajouter ou de retirer de la base certains composants. Le projet n'inclut pas les tubes de générateurs de vapeur.

La participation actuelle englobe l'Allemagne, la Belgique, le Canada, l'Espagne, les États-Unis, la Finlande, la France, le Japon, la République de Corée, la République tchèque, la Suède et la Suisse.

RADIOPROTECTION

ISOE : Système international d'information sur la radioexposition professionnelle

Le Système international d'information sur la radioexposition professionnelle (ISOE) est un programme commun de l'AEN et de l'AIEA qui a vu le jour au début des années 90. Non seulement il constitue

aujourd'hui un mécanisme unique en son genre pour la conception, le lancement et la coordination de collaborations internationales en faveur de la protection radiologique des employés des centrales nucléaires et une enceinte où débattre de la gestion de la radioexposition, mais il est le dépositaire de la plus riche base de données sur la radioexposition professionnelle dans les centrales nucléaires qui existe au monde. Il s'agit du seul programme dans ce domaine bénéficiant de la participation active des radioprotectionnistes des entreprises d'électricité comme des autorités de sûreté. Il communique des données à la Commission européenne et au Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (UNSCEAR).

À la fin de 2002, les données recueillies par le Programme ISOE concernaient 407 réacteurs commerciaux en exploitation et 54 réacteurs commerciaux en phase d'arrêt à froid ou de déclassement, appartenant à un total de 72 entreprises de 29 pays. Les autorités de sûreté de 25 pays participent au programme ISOE. L'année 2002 a vu la mise au point et la sortie du logiciel utilisé pour gérer et analyser les informations contenues dans la base de données ISOE. Un atelier international sur la gestion de la radioexposition professionnelle dans les centrales nucléaires a été organisé en Slovénie pour un échange d'expériences de réduction des doses opérationnelles. À la première « Conférence internationale sur la radioprotection professionnelle : protéger les travailleurs contre les rayonnements ionisants », qui a eu lieu en Suisse sous le parrainage de plusieurs organisations internationales dont l'AEN, le système ISOE a été jugé être « ... un mécanisme très utile pour diffuser les informations et les exemples de bonnes pratiques ainsi que les enseignements tirés ».

GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

Le Projet sur la sorption

Le Projet Sorption II de l'AEN a été lancé en octobre 2000 avec l'objectif de démontrer la validité des différentes techniques de modélisation thermodynamique utilisables dans les évaluations de la sûreté des dépôts de déchets radioactifs. Ce projet s'apparente donc à un benchmark des diverses techniques de modélisation utilisées par les organisations qui y participent. En appliquant différentes techniques de modélisation de manière systématique aux mêmes données mesurées, on peut en déterminer les limites et avantages respectifs et ainsi établir des recommandations concernant leur utilisation.

Avec l'aide de cinq spécialistes internationaux, on a analysé la possibilité d'exploiter les jeux de données de référence pour la comparaison. Le biais qui aurait pu résulter du choix d'un nombre trop restreint d'exemples a été contourné en choisissant sept cas à modéliser.

L'exercice de modélisation à proprement parler a commencé au début de 2001 pour six mois. Vingt équipes financées par les organismes nationaux de gestion des déchets qui participent à l'exercice ont rendu les résultats de leurs modélisations de 49 cas tests. Une réunion a été organisée fin octobre 2002 en Espagne pour analyser les résultats et examiner les problèmes en suspens. Le projet touche à sa fin. Le rapport décrivant les résultats de l'exercice et les enseignements qui en ont été tirés sera remis aux participants au printemps 2003. Il sera soumis à expertise internationale avant sa publication prévue à la fin de l'année 2003.

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

L'AEN met au point une base de données thermodynamiques recommandées pour l'évaluation de la sûreté des dépôts de déchets nucléaires. Ce travail est réalisé par la Banque de données sous la direction scientifique du Groupe intégré pour l'établissement du dossier de sûreté du Comité de la gestion des déchets radioactifs (RWMC).

Le programme actuel s'articule autour de l'examen des données qui suivent :

- mises à jour des examens existants des espèces inorganiques de l'U, de l'Am, du Tc, du Np et du Pu ;
- complexation de ligands organiques avec l'U, l'Am, le Tc, le Np, le Pu, le Ni, le Se et le Zr ;
- composés inorganiques du Se, du Ni et du Zr.

Les deux premiers examens sont prêts à être expertisés, de même que le rapport sur les composés inorganiques du Se. Les rapports sur les composés inorganiques du Ni et du Zr seront achevés en 2003.

La phase actuelle du projet ayant bien avancé, le Conseil de gestion du Projet TDB a décidé, en novembre 2002, d'entamer une nouvelle phase de quatre ans qui sera consacrée à la mise à jour des bases de données existantes ainsi qu'à l'examen d'espèces et de composés inorganiques du Fe, du Nb, du Sn et du Th. En outre, un effort sera engagé pour améliorer la communication et les relations avec les utilisateurs.

Le Programme de coopération sur le déclassé

Le Programme de coopération du RWMC pour l'échange d'informations techniques et scientifiques sur les projets de déclassé des installations nucléaires (CPD) est un projet commun de recherche mené, depuis son origine en 1985, conformément aux dispositions de l'Article 5 des Statuts de l'AEN. Après près de 17 ans d'existence, le CPD concentre son effort sur les échanges d'expérience du démantèlement entre projets participants. Ainsi les réunions semestrielles du Groupe technique consultatif sont l'occasion de se rendre sur le site de l'un des projets et, dans l'intérêt de tous, d'analyser sans entrave les réussites comme les échecs. L'adhésion de quatre nouvelles organisations en 2002 témoigne de l'intérêt que continue de susciter ce programme.

En 2002, le CPD a pu faire profiter de son expérience pratique deux groupes majeurs de l'AEN. Le Groupe de travail sur la gestion des matériaux issus du démantèlement (WPDD), auquel participent plusieurs membres du CPD, a produit un document important décrivant l'état d'avancement, les méthodes et les enjeux du démantèlement et du déclassé des installations nucléaires, ainsi qu'une mise à jour des fiches nationales sur le démantèlement. Le Groupe d'experts du NDC sur les stratégies et coûts du démantèlement, qui compte lui aussi plusieurs membres du CPD, a établi un projet de rapport sur ce thème. C'est ainsi que l'expérience pratique du CPD a été mise à profit par les groupes d'experts de l'AEN intéressés par les aspects réglementaires et stratégiques du démantèlement pour produire des ouvrages solidement ancrés dans la réalité concrète.