

Sciences nucléaires

Comité des sciences nucléaires (CSN)

Le programme de l'AEN en sciences nucléaires a pour objectifs d'aider les pays membres à identifier, mettre en commun, développer et diffuser les savoirs scientifiques et techniques fondamentaux sur lesquels repose l'exploitation sûre et fiable des systèmes nucléaires actuels, et aussi de développer les technologies de la prochaine génération. Les principaux domaines dans lesquels l'AEN exerce son activité sont la physique des réacteurs, le comportement du combustible, la physique et la chimie du cycle du combustible, la sûreté-criticité et la protection contre les rayonnements.

Le programme de l'AEN en sciences nucléaires est consacré pour l'essentiel à la physique des réacteurs, la physique et la chimie du cycle du combustible, la sûreté-criticité et le blindage radiologique. Ces travaux reposent en grande partie sur des exercices de comparaison (« benchmarks ») internationaux qui servent à valider les modèles et les données utilisés par les pays membres pour prévoir le comportement et le fonctionnement des différents systèmes nucléaires. En outre, le programme en sciences nucléaires inclut le parrainage de réunions de spécialistes et d'ateliers, ainsi que la rédaction, le cas échéant, de rapports décrivant l'état actuel des connaissances.

Physique des réacteurs

Les activités relatives aux systèmes de réacteurs actuels recouvrent les études de la stabilité du réacteur nucléaire et des transitoires, ainsi que la possibilité de charger du plutonium de qualité militaire dans les réacteurs à eau ordinaire actuels. Pour ce qui est de la stabilité des réacteurs, on retiendra un benchmark sur le couplage de transitoires de neutronique et de thermohydraulique dans un réacteur modulaire à lit de boulets (PBMR) et un autre benchmark sur la distribution fine des vides dans un faisceau combustible de réacteur à eau bouillante (REB), effectué à partir de données d'expérience fournies par NUPEC (Japon). D'autres benchmarks concernant la physique et le comportement du combustible sont en cours afin de valider les outils de modélisation employés pour simuler l'emploi du plutonium de qualité militaire, sous forme de combustible MOX, dans les réacteurs à eau actuels.

Pour les réacteurs avancés, l'accent est mis depuis peu sur les réacteurs à haute température. Cette année a pris fin un benchmark conçu pour étudier l'utilisation des combustibles au plutonium et au thorium dans ces réacteurs ; les résultats seront publiés au début de 2007. Un autre benchmark fondé sur des données expérimentales provenant du réacteur de recherche suisse PROTEUS concerne

Faits marquants

- Un rapport évaluant la faisabilité technique de l'augmentation du taux de combustion moyen de décharge du combustible dans les réacteurs à eau ordinaire (REO) a été publié.
- A été publiée également une étude consacrée à l'évaluation de la possibilité de brûler du plutonium de qualité militaire sous forme de combustible mixte (MOX) dans des réacteurs VVER-1000 de conception russe.
- La 8^{ème} Réunion de travail du Groupe d'experts sur le blindage des accélérateurs, des cibles et des installations d'irradiation (SATIF-8) a été organisée en République de Corée, en mai.
- La 9^{ème} Réunion d'échange d'informations sur la séparation et la transmutation des actinides et des produits de fission s'est tenue en France, en septembre.



PSI, Suisse

Le réacteur de recherche PROTEUS à l'Institut Paul Scherrer, Suisse.

l'étude de configurations de combustible de réacteurs à haute température à base d'uranium faiblement enrichi. Il s'agit ainsi de réduire les incertitudes importantes qui subsistent dans les calculs effectués pour la conception et la délivrance des autorisations des réacteurs à caloporteur hélium de petite et moyenne tailles chargés en combustible à haute température à base d'uranium faiblement enrichi et de graphite.

D'autre part, l'AEN a entrepris récemment un bilan de la situation actuelle et des besoins en matière d'études de sensibilité et d'incertitudes pour les exercices de modélisation en insistant tout particulièrement sur des simulations multiphysiques et multi-échelles.

Physique et chimie du cycle du combustible

Cette année a vu la publication d'un rapport qui évalue les obstacles scientifiques et technologiques à la mise en place de cycles du combustible à taux de combustion très

élevés (pouvant atteindre 100 GWj/t) dans les réacteurs à eau ordinaire (REO) actuels. L'étude analyse les conséquences pour le cycle du combustible, l'exploitation et la sûreté des réacteurs ainsi que l'économie du cycle. Il contient aussi des recommandations qui concernent les domaines scientifiques et technologiques où des progrès sont nécessaires pour parvenir à ces taux de combustion très élevés.

Un groupe d'experts sur la séparation chimique met la dernière main à un rapport qui décrit les procédés par voie aqueuse et pyrochimique utilisés actuellement ou en cours d'élaboration pour le retraitement du combustible irradié dans différents pays. Ce groupe analyse également les critères de séparation déterminants pour optimiser l'exploitation des futurs dépôts de déchets nucléaires et examine une méthode d'évaluation de l'impact des projets existants de dépôts sur les divers scénarios de cycles du combustible actuels et avancés.

La 9^{ème} Réunion d'échange d'informations sur la séparation et la transmutation des actinides et des produits de fission s'est tenue à Nîmes (France), du 25 au 29 septembre 2006. Ce fut l'occasion pour 170 scientifiques d'examiner les programmes nationaux et internationaux, ainsi que différents aspects de la séparation et de la transmutation, à savoir les combustibles et les cibles, la séparation chimique et les matrices de déchets, les cibles de spallation, les systèmes de transmutation dédiés, les réfrigérants, les données de physique et les données nucléaires.

Une étude des informations techniques nécessaires pour bien maîtriser le passage des cycles du combustible actuels à des cycles durables à long terme a été entreprise. Un rapport de synthèse est en voie d'achèvement, et deux benchmarks sont en cours, l'un pour comparer trois scénarios de transition différents (cycle ouvert, recyclage limité du plutonium dans des REO et recyclage du plutonium et des actinides mineurs dans des réacteurs rapides), l'autre, pour étudier un concept théorique régional européen prévoyant le partage des installations et des stocks de combustible de façon à optimiser l'exploitation des ressources.

Sûreté-criticité

Un rapport a été publié sur la capacité des codes de calcul de résoudre la lenteur de convergence des calculs relatifs à une source de fission. Quatre problèmes-tests ont été étudiés et pourraient servir à définir des cas-tests pour les codes de sûreté-criticité. Il a été conclu que, s'il est normalement justifié d'utiliser les méthodes de convergence des calculs de source dans des problèmes difficiles, rien ne peut remplacer aujourd'hui une solide connaissance de la physique propre à chaque système et l'application rigoureuse d'une technique de calcul appropriée.

Les 11 et 12 mai 2006 a été organisé à Řež (République tchèque), un atelier sur les expériences post-irradiation afin de valider les méthodes de calcul de l'épuisement du combustible. Il s'agissait ainsi d'évaluer l'état des besoins et la disponibilité de données d'expérience post-irradiation sur le combustible, notamment dans le cas des réacteurs VVER. Il a été préconisé, en conclusion, de poursuivre le bilan de la situation des données des expériences post-irradiation qui existent sur tous les réacteurs à eau ordinaire et de saisir toutes les données disponibles dans la Base de données de l'AEN sur la composition isotopique du combustible usé (SFCOMPO). Pour coordonner cette

activité, l'AEN a créé le Groupe d'experts sur l'analyse chimique du combustible nucléaire usé.

Blindage radiologique et dosimétrie des réacteurs

La 8^{ème} Réunion sur le blindage des accélérateurs, des cibles et des installations d'irradiation (SATIF 8) a eu lieu à Pohang (République de Corée), du 22 au 24 mai 2006. Les participants ont évoqué les progrès accomplis dans divers domaines comme la dosimétrie, le blindage des accélérateurs de haute énergie, la radioactivité induite, les codes de calcul et les bibliothèques de données sur le blindage, ainsi que la protection dans l'utilisation des accélérateurs à des fins médicales et industrielles. Les actes de cette réunion seront publiés au début de 2007.

L'AEN prépare aussi un guide qui regroupera tous les benchmarks effectués en relation avec la théorie du ralentissement et du transport des neutrons.

Installations de R-D en sciences nucléaires

Dans le prolongement du rapport intitulé *Besoins de R-D pour les systèmes nucléaires actuels et futurs*, un groupe d'experts a été constitué afin d'étudier les besoins d'installations de recherche et d'expérimentation en sciences nucléaires. Une base de données couvrant plus de 700 établissements a été créée et un rapport de synthèse sur les besoins futurs d'installations de recherche en sciences nucléaires est actuellement en chantier.

Préservation des connaissances

Le programme de l'AEN en sciences nucléaires se poursuit en collaboration étroite avec la Banque de données et s'occupe de préserver les informations tirées d'expériences importantes et bien documentées dans de nombreux domaines d'application. Ainsi, des bases de données ont été constituées pour la physique des réacteurs (IRPhE), le comportement du combustible (IFPE) et le blindage radiologique (SINBAD). L'AEN assure également la compilation des données du *Manuel international d'expériences de criticité* (ICSBEP). Ces données sont présentées sous une forme détaillée et structurée telle que les spécialistes puissent les utiliser dans des modèles informatiques et pour des exercices de validation. En outre, le programme contribue au projet pilote de l'AEN sur la dilution du bore (voir page 16).

Contact : Claes Nordborg
Chef, Section des sciences nucléaires
+33 (0)1 45 24 10 90
claes.nordborg@oecd.org

