

# Sciences nucléaires

## Comité des sciences nucléaires (NSC)

*Le programme de l'AEN en sciences nucléaires a pour objectif 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 sûreté-criticité, la séparation et la transmutation des déchets nucléaires et la protection contre les rayonnements.*



P. Stroppa, CEA, France

Aiguilles de combustible du réacteur de recherche Éole en France.

Le programme de l'AEN en sciences nucléaires comporte des études relatives aux réacteurs nucléaires actuels mais aussi aux systèmes de réacteurs plus avancés, voire innovants. À la première catégorie appartiennent les études sur la stabilité et les transitoires de réacteurs, qui utilisent les méthodes de calcul les plus modernes pour stimuler différents phénomènes se produisant dans des réacteurs actuels, ainsi que les études sur le comportement du combustible nucléaire dans des conditions d'exploitation normales et anormales. Parmi les travaux concernant les systèmes de réacteurs avancés ou innovants, on retiendra les calculs de physique des réacteurs à haute température et des systèmes de transmutation de déchets nucléaires. Par ailleurs, des ateliers et réunions d'informations ont été consacrés à l'ingénierie à haute température et à la production d'hydrogène par le biais de l'énergie nucléaire.

### Physique des réacteurs

L'AEN poursuit son programme de modélisation de la stabilité et des transitoires de réacteurs. L'année 2003 a vu la fin des études de référence consacrées aux conséquences de la rupture d'une tuyauterie vapeur principale dans un REP et la publication du dernier volume sur ce sujet. Deux autres études de référence, l'une sur les effets d'un déclenchement de turbine dans un REB et l'autre sur un transitoire de refroidissement dans un réacteur VVER-1000 sont en cours. Une nouvelle étude de référence a été lancée. Elle est fondée sur des données exceptionnelles provenant d'un essai de grappe combustible pleine échelle de REB qui ont été fournies par la *Nuclear Power Engineering Company* (NUPEC) au Japon.

Plusieurs comparaisons de calculs de physique concernant l'utilisation de combustible MOX dans des réacteurs sont en cours. Ces recherches portent sur l'analyse de configurations critiques à partir de données fournies, par exemple, par les réacteurs expérimentaux KRITZ en Suède et VENUS en Belgique. Ce programme de comparaisons inclut une étude de réacteur à haute température (HTR) brûlant du plutonium de qualité réacteur.

### Physique du cycle du combustible

Le programme de l'AEN en sciences nucléaires recouvre diverses activités liées au comportement de combustible nucléaire en réacteur. Un exercice de modélisation a été effectué afin de prévoir la température du combustible et la pression exercée sur une gaine contenant des pastilles de combustible MOX irradiées compactes et creuses. Ces prévisions seront comparées à des données expérimentales obtenues dans le réacteur Halden en Norvège, et les résultats seront publiés en 2004.

L'AEN et l'AIEA réalisent en coopération un exercice destiné à modéliser le comportement du combustible nucléaire à des taux de combustion très élevés (FUMEX-II). Pour cet exercice, l'AEN doit extraire les données expérimentales nécessaires de sa Base de données internationale d'expériences sur le comportement du combustible (IFPE) qui contient un très grand nombre de données tirées tant d'irradiations dans les réacteurs commerciaux que d'expériences réalisées dans des réacteurs d'essai de matériaux.

Le grand intérêt manifesté pour les combustibles à haut taux de combustion a incité l'AEN à constituer un groupe d'experts chargé de rédiger un rapport complet sur les avantages potentiels des cycles du combustible à très haut taux de combustion (60-100 GWj/t), en abordant à la fois les aspects scientifiques et techniques et les aspects économiques. L'étude doit identifier les problèmes, non les résoudre.

Un rapport sur la gestion du plutonium à moyen terme (*Plutonium Management in the Medium Term*) a été publié. Il fait le tour des solutions techniques possibles pour la gestion du plutonium à moyen et à long terme et se veut une source de référence pour les chercheurs ainsi que pour les compagnies d'électricité.

### Aspects scientifiques de la séparation et de la transmutation des déchets nucléaires

On étudie actuellement différentes techniques destinées à atténuer la radiotoxicité des déchets nucléaires, qui vont des méthodes de séparation chimiques aux systèmes hybrides et permettent de séparer et de



■ Un atelier organisé en octobre 2003 était consacré à la faisabilité scientifique et technique de la production d'hydrogène au moyen de l'énergie nucléaire.

■ L'AEN a publié une étude sur les conséquences d'une rupture de

tuyauterie vapeur principale dans un réacteur à eau pressurisée (REP).

■ Une étude des avantages scientifiques, techniques et économiques des cycles du combustible à très haut taux de combustion a été lancée.

■ La publication d'un rapport sur la capacité des programmes informatiques modernes de simuler les cœurs de réacteurs très hétérogènes brûlant du combustible MOX.

transmuter les déchets de haute activité dans le combustible irradié. La partie de ce travail consacrée à la séparation chimique comprend la rédaction d'un rapport sur les programmes nationaux de retraitement du combustible usé par voies sèche et aqueuse ainsi que la rédaction d'un rapport plus détaillé sur le retraitement par voie sèche. Ces rapports seront publiés au cours du premier semestre 2004. Les principaux verrous technologiques qui bloquent actuellement le développement des combustibles pour la transmutation sont également évalués, et le rapport, qui contient des propositions concernant les études et recherches nécessaires, sera publié en 2004.

Concernant la transmutation des déchets dans des réacteurs hybrides, l'AEN a entrepris la rédaction d'un ensemble de recommandations pour améliorer la fiabilité des accélérateurs de grande puissance. Deux études de référence concernant la physique et la sûreté des réacteurs hybrides sont également réalisées. L'une étudie les conséquences d'une interruption du faisceau de l'accélérateur, l'autre la capacité des méthodes et programmes actuels de modéliser un petit réacteur à neutrons rapides couplé à un accélérateur de deutérons. Les données expérimentales utilisées proviennent de l'expérience MUSE-4 réalisée à Cadarache, en France.

### Sûreté-criticité

Le Projet international d'expériences de criticité (ICSBEP) a sorti une nouvelle version de son manuel à l'automne 2003. Cette publication contient 3 070 configurations expérimentales critiques ou sous-critiques, dont 189 ont été ajoutées en 2003. Deux numéros spéciaux (septembre et octobre 2003) du journal *Nuclear Science and Engineering* dressent un panorama complet du projet.

Deux rapports consacrés à la prise en compte du taux de combustion dans les opérations du cycle du combustible nucléaire ont été publiés. Ils concernent les combustibles mixtes d'oxyde d'uranium et de plutonium (MOX), irradié dans des REP. L'un de ces rapports décrit les calculs de la réactivité d'une grappe combustible infinie de REP pour du combustible MOX neuf et irradié et pour des compositions, des taux de



P. Stroppa, CEA, France

Installation d'une chambre à fission dans le réacteur de recherche Minerve en France.

combustion et des taux de refroidissement différents. L'autre publication traite de l'étude des effets spatiaux et spectraux au cours de l'irradiation du combustible MOX.

### Protection contre les rayonnements

Une nouvelle version de la Base de données internationale sur les expériences de protection intégrales (SINBAD) a été publiée en octobre 2003. Le CD-ROM publié contient 33 expériences de protection des réacteurs, 21 expériences de neutronique des couvertures de réacteurs de fusion et cinq expériences de protection des accélérateurs. Cette base de données est tenue à jour conjointement par l'AEN et le *Radiation Safety Information Computational Center* (RSICC) aux États-Unis.

Les techniques d'homogénéisation ont tendance à introduire de fortes incertitudes si l'on utilise des méthodes déterministes de calcul du transport pour calculer des cœurs de réacteur entiers. C'est pourquoi une comparaison a été réalisée sur un assemblage combustible MOX de façon à tester la capacité des programmes informatiques modernes de simuler des réacteurs fortement hétérogènes sans utiliser de techniques d'homogénéisation. Le rapport sur cet exercice a été publié en 2003. Il intéressera tout particulièrement les spécialistes de la physique des réacteurs et les concepteurs de programmes informatiques.



**Contact :**  
**Claes Nordborg**  
Chef, Section des sciences nucléaires  
Tél. : +33 (0)1 45 24 10 90  
nordborg@nea.fr