

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.

Faits marquants

- Un séminaire sur les réacteurs avancés à combustibles innovants (ARWIF-2005) a été organisé à Oak Ridge, Tennessee, États-Unis, du 16 au 18 février 2005.
- La troisième réunion d'échange d'informations sur la production nucléaire d'hydrogène a eu lieu du 5 au 7 octobre 2005 à Oarai, au Japon.
- En juin 2005, l'AEN a publié un rapport d'évaluation sur des propositions d'expériences globales sur la criticité de combustible MOX faiblement modéré.
- Deux rapports traitant de la transmutation des déchets nucléaires ont été publiés à l'automne 2005 : l'un était consacré aux combustibles et matériaux et l'autre aux technologies des accélérateurs et des cibles de spallation pour les systèmes hybrides.

Le programme de l'AEN en sciences nucléaires est pour l'essentiel consacré à la physique des réacteurs, la physique et la chimie du cycle du combustible, la sûreté-criticité et la protection contre les rayonnements. L'objectif principal du programme est de valider les données et modèles employés par les pays membres pour prévoir le comportement et les performances de différents systèmes nucléaires sachant que cette validation s'effectue en comparant des résultats de calculs et d'expériences dans le cadre d'exercices internationaux. Par ailleurs, le programme inclut le parrainage de réunions de spécialistes et d'ateliers et la préparation, le cas échéant, de rapports décrivant l'état des connaissances.

Physique des réacteurs et comportement du combustible

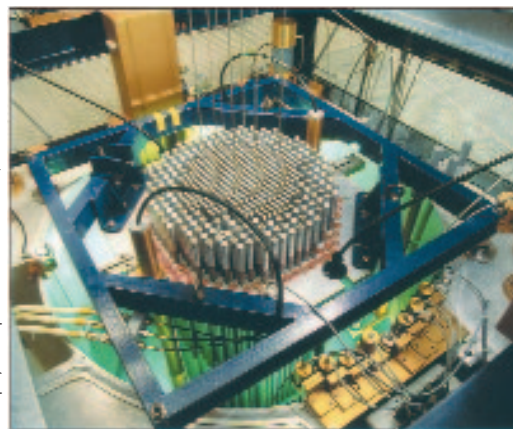
Le programme de l'AEN en physique des réacteurs recouvre tant les réacteurs actuels que les réacteurs avancés. Pour ce qui est des réacteurs actuels, ces activités comprennent un exercice de comparaison (*benchmark*) portant sur l'éjection d'une barre de commande dans un réacteur à eau sous pression chargé en combustible MOX ainsi qu'une étude des paramètres cinétiques et des effets de réactivité à l'aide de données expérimentales provenant du réacteur de recherche à puissance nulle CROCUS qui se trouve en Suisse. L'utilisation dans les réacteurs actuels de combustibles MOX contenant du plutonium de qualité militaire est actuellement étudiée dans le cadre d'un exercice de comparaison reposant sur des données provenant de l'installation critique belge VENUS. Le comportement de ce combustible est également étudié dans le cadre de deux autres exercices, l'un consistant à comparer des pastilles de MOX pleines ou creuses à partir de données expérimentales du réacteur de Halden, en Norvège, l'autre fondé sur une rampe de puissance imposée à un crayon MOX provenant de la

campagne de mesures PRIMO (*PWR Reference Irradiation of MOX Fuels*) de Belgonucléaire et de SCK•CEN en Belgique.

L'AEN se consacre aussi à l'étude du couplage de transitoires et d'interactions cœur/centrale dans un réacteur à eau ordinaire (REO). Trois exercices de comparaison sont en cours dans ce domaine, l'un sur un transitoire de déclenchement turbine dans un réacteur à eau bouillante (REB), un autre sur un transitoire dans le circuit primaire d'un VVER-1000, et le dernier sur un essai de grappe pleine échelle dans un REB à partir de données expérimentales provenant du Japon.

Concernant les réacteurs avancés, on retiendra un benchmark consacré à un réacteur à haute température (HTR) chargé en plutonium de qualité réacteur ainsi qu'une étude d'un couplage neutronique/thermohydraulique en transitoire dans un réacteur modulaire à lit de boulets (PBMR).

Vue du réacteur de recherche à puissance nulle CROCUS en Suisse.



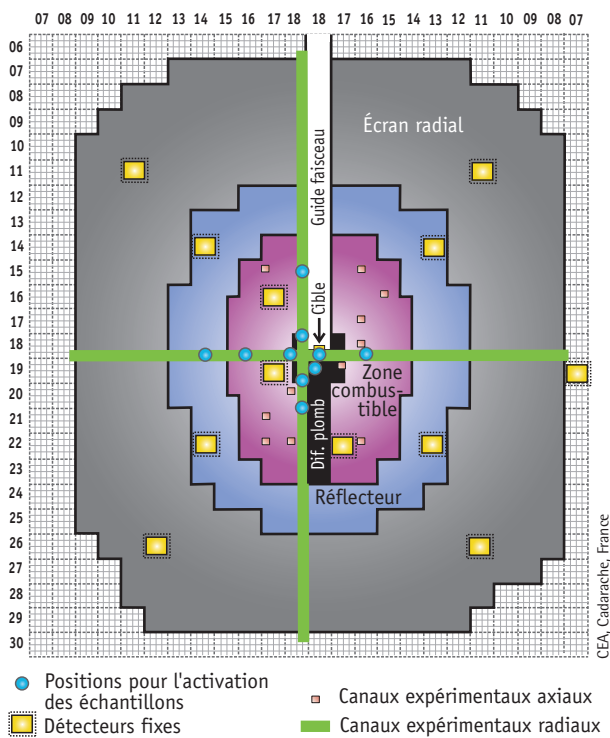
École polytechnique fédérale de Lausanne, Suisse

Physique et chimie du cycle du combustible

Le programme de l'AEN en sciences nucléaires traite également de questions plus directement liées aux questions stratégiques, et comprend notamment une étude sur les informations techniques nécessaires pour bien maîtriser le passage des cycles du combustible actuels à des cycles durables à long terme, ainsi qu'une étude des critères de séparation à appliquer pour optimiser l'exploitation des futurs dépôts de déchets nucléaires et pour établir une méthode d'évaluation de l'impact des projets actuels de dépôts sur les divers scénarios de cycles du combustible actuels et avancés.

Des rapports du Groupe de travail sur la séparation et la transmutation, récemment réorganisé, ont été publiés, d'autres sont en voie d'achèvement. Ils se rapportent aux programmes nationaux sur la séparation, aux combustibles et matériaux destinés à la transmutation, ainsi qu'aux technologies des accélérateurs et des cibles de spallation pour des applications aux systèmes hybrides. Le rapport du benchmark effectué sur un cœur rapide sous-critique relié à une source externe de neutrons – l'expérience MUSE (Multiplication avec source externe) à Cadarache, France – doit être publié au début de 2007, de même qu'un manuel sur la technologie de l'eutectique plomb-bismuth.

Configuration MUSE 4 du chargement du cœur.



Sûreté-criticité

La fabrication du combustible MOX fait partie des domaines où ont été identifiés des besoins spécifiques de données d'expérience globales supplémentaires. Le groupe d'experts a fait le tour du sujet et publié un rapport contenant une évaluation des différentes propositions d'expériences et des recommandations concernant les programmes expérimentaux à réaliser.

En outre, le programme sur la criticité inclut l'étude des valeurs minimales des paramètres critiques de l'uranium et du plutonium ainsi que la rédaction de rapports sur des benchmarks concernant la baisse de réactivité du combustible nucléaire imputable aux

variations de sa composition pendant l'irradiation (*burn-up credit*), des analyses d'accidents de criticité et des problèmes de convergence des calculs du terme source des conteneurs et piscines d'entreposage des combustibles usés et des systèmes de traitement du combustible.

Protection contre les rayonnements et dosimétrie des réacteurs

Un exercice de comparaison a été lancé pour étudier les distributions énergétiques spatiales des neutrons et photons diffusés dans l'air (effet de ciel) à proximité d'un réacteur. Il repose sur les données tirées d'une expérience réalisée dans la steppe du Kazakhstan avec deux réacteurs de recherche situés près de Semipalatinsk.

S'agissant de la dosimétrie, l'AEN a lancé un autre benchmark reposant sur le taux de réaction et des données mesurés par la chambre de fission du réacteur VENUS-2 à Mol, en Belgique. De plus, l'AEN a participé activement à la définition et à la sélection des problèmes de calcul qui seront traités dans le cadre de l'activité CONRAD parrainée par la Commission européenne et qui sera consacrée à l'étude de l'utilisation de codes complexes pour les calculs dosimétriques et à l'évaluation des incertitudes sur les résultats numériques.

Installations de recherche en sciences nucléaires

Un groupe d'experts a été constitué afin d'étudier les besoins en installations de recherche et d'expérimentation en sciences nucléaires. Cette étude est un prolongement du rapport publié en 2003 intitulé *Research and Development Needs for Current and Future Nuclear Energy Systems*.

Afin de prévoir les besoins futurs, ce groupe d'experts échangera des informations et analysera l'état des données globales et la disponibilité des installations de recherche et d'essai pour des études et recherches en sciences nucléaires. L'étude doit permettre de constituer une base de données sur les installations existantes et de rédiger un rapport sur les besoins futurs en installations de recherche en sciences nucléaires. Ce groupe formulera également des recommandations pour de futures collaborations internationales.

Préservation des savoirs

Tous les pays membres de l'AEN sont conscients de l'importance de préserver les informations et données tirées d'expériences bien documentées et de les rendre disponibles à la communauté nucléaire sous une forme détaillée et structurée pour être utilisées dans des exercices de validation de codes de calcul. Le programme de l'AEN en sciences nucléaires a, de ce point de vue, bien avancé dans la mesure où des bases de données ont été constituées en physique des réacteurs (IRPhE) ainsi que sur le comportement du combustible (IFPE) et la protection contre les rayonnements (SINBAD). L'AEN assure également la coordination des efforts de compilation de données du Manuel international d'expériences de criticité (ICSBEP).

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

