

Programme INTERNATIONAL TERME SOURCE

Programmes expérimentaux

[CHIP, EPICUR, PARIS, BECARRE, MOZART, VERDON]

Le programme de recherche international "TERME SOURCE", réalisé en partenariat avec Electricité de France, le Commissariat à l'Energie Atomique, la Commission Européenne, l'US Nuclear Regulatory Commission (Etats-Unis), Gdf/SUEZ/Tractebel (Belgique), l'Atomic Energy Canada Limited (Canada), l'Institut Paul Scherrer (Suisse) et le Korea Institut of Nuclear Safety (représentant un consortium coréen du Sud) a pour but de réduire les incertitudes sur l'évaluation des rejets dans l'environnement de produits radioactifs comme l'iode et le ruthénium en cas d'accident de fusion du cœur d'un réacteur à eau sous pression (REP). Les données expérimentales issues de ce programme servent à développer et à valider des outils de simulation numérique qui sont utilisés pour évaluer les conséquences d'un tel accident et apprécier l'efficacité des moyens mis en œuvre pour les prévenir.

Ce programme d'un montant d'environ 30 M€ sur une durée de 5 ans s'articule autour de 4 différents programmes expérimentaux

[1^{er} volet : Étude de la chimie de l'iode]

Dans le circuit primaire de refroidissement du cœur Programme CHIP

Objectif : fournir des données expérimentales sur les transformations physico-chimiques de l'iode lors de son cheminement du cœur, où il est relâché sous forme de gaz, vers l'enceinte de confinement. Le but est de déterminer la quantité d'iode gazeux dans l'enceinte.



Banc expérimental CHIP LP

Dans l'enceinte de confinement du réacteur Programmes EPICUR, PARIS

Objectif : fournir des données expérimentales sur les transformations physico-chimiques de l'iode (formation/ destruction d'espèces d'iode volatiles) sous l'effet du rayonnement régnant dans l'enceinte de confinement. Le but est de déterminer les quantités d'iode sous forme de gaz (en particulier l'iode organique difficile à retenir sur les filtres) susceptible d'être rejetées dans l'environnement en cas de fuite de l'enceinte.



PARIS

EPICUR

Le programme est divisé en deux parties :

- des essais phénoménologiques impliquant jusqu'à 10 éléments chimiques, représentatifs des produits relâchés en grande quantité du cœur, en même temps que l'iode (éléments des barres de commande,...). L'objectif est d'identifier les éléments chimiques susceptibles de réagir avec l'iode au cours de son transfert du cœur vers l'enceinte (temps de transfert court, refroidissement rapide en présence de vapeur d'eau et d'hydrogène) ;
- des essais analytiques, impliquant un petit nombre d'éléments, dont l'objectif est d'obtenir des données cinétiques pour les principales réactions mises en jeu.

L'étude porte en particulier sur :

- la chimie de l'iode sous rayonnement en phase aqueuse ;
- les interactions de l'iode avec les surfaces, en particulier peintes, conduisant à la formation d'iode organique ;
- les réactions de l'iode avec les produits de radiolyse de l'air (dont l'ozone).

Elle est réalisée dans le cadre des programmes EPICUR, et PARIS. L'installation EPICUR permet le suivi en ligne, par spectrométrie γ des différentes formes gazeuses générées.

Programme international « TERME SOURCE »

[2^e volet : Étude de la dégradation des barres de commande en carbure de bore B₄C]

Objectif : évaluer l'impact de la dégradation des barres de commande à base de carbure de bore sur la progression de la dégradation du cœur, sur la production d'hydrogène et sur la volatilité de certains produits radioactifs, en particulier l'iode.

L'étude porte en particulier sur :

- les mécanismes de dégradation d'une barre de commande en carbure de bore en présence de vapeur d'eau lorsque chauffée à plus de 1 300 °C ;
- le relâchement des produits d'oxydation et des espèces borées et carbonées.

Le programme comprend :

- des essais analytiques destinés à déterminer la cinétique d'oxydation par la vapeur d'eau de pastilles

en carbure de bore et de mélanges carbure de bore-acier, et à caractériser les produits d'oxydation formés ;
- des essais semi-analytiques destinés à déterminer les mécanismes de dégradation d'un segment de barre de commande de 60 cm de long et les relâchements associés. Ces essais sont réalisés dans les installations VERDI, PICOLLO et INTERMEZZO.

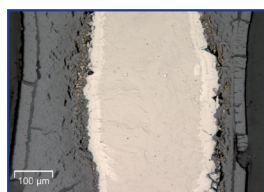


INTERMEZZO

[3^e volet : Étude des conséquences d'un échauffement sous air de crayons de combustible]

Cette situation est susceptible de survenir, par exemple, en cas d'accident entraînant la percée de la cuve du réacteur ou lors du dénoyage d'une piscine d'entreposage de combustibles irradiés. Elle peut influencer, en particulier, les mécanismes de dégradation du gainage et le relâchement du ruthénium.

Programme expérimental MOZART



Métallographie d'un échantillon de M5 oxydé sous air à 950°C

Objectif : étudier l'oxydation en présence d'air des gainages de combustible nucléaire. Plusieurs alliages (Zircaloy-4, M5™ et Zirlo), dans différents états initiaux (vierge, pré-oxydé, préhydruré pour simuler le vieillissement en réacteur) sont étudiés. Les données cinétiques issues des essais sont utilisées pour développer un nouveau modèle d'oxydation pour les outils de simulation numérique destinés à évaluer les rejets.

Programme expérimental Chimie du ruthénium dans l'enceinte



Dispositif génération RuO₄

Objectif : fournir des données expérimentales sur les transformations physicochimiques du ruthénium sous rayonnement dans l'enceinte de confinement. Il s'agit en particulier de caractériser les mécanismes qui conduisent à la formation ou à la destruction d'espèces de ruthénium sous forme gazeuse. L'étude porte en particulier sur :
- la vitesse de dépôt sur les surfaces conduisant à la destruction du ruthénium gazeux RuO₄,
- la vitesse de formation de ruthénium gazeux à partir soit de dépôts sur des surfaces, en particulier.

[4^e volet : Étude du relâchement de produits de fission depuis le combustible irradié porté à haute température]

Programme expérimental VERDON et micro-analyse

Objectif : étudier le relâchement des produits de fission à partir d'échantillons de combustible UO₂ fortement irradié et MOX, combustibles peu étudiés jusqu'à présent (le programme VERCORS réalisé de 1989 à 2002 a porté sur du combustible UO₂ moyennement irradié). Les essais consistent à porter à forte température sous vapeur d'eau et hydrogène quelques pastilles de combustible et à suivre le relâchement des produits de fission en ligne par spectrométrie γ .



VERDON

Le programme de micro-analyses vise à caractériser la répartition et la composition chimique des produits de fission dans les différentes phases du combustible ayant subi des transitoires thermiques lors des essais VERDON et VERCORS. Cette caractérisation devrait permettre de valider les hypothèses d'interprétation des résultats des essais.