IRSN
INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire

Système de logiciels ICARE/CATHARE
[Simulation détaillée des accidents graves]

Le système ICARE/CATHARE est développé par l'IRSN pour l'analyse de sûreté des réacteurs à eau légère (REP[1], VVER[2], EPR[3]...) et pour les EPS[4] de niveau 2. Il résulte d'un couplage entre le logiciel mécaniste de dégradation du cœur ICARE2, développé par l'IRSN, et le logiciel thermohydraulique CATHARE2, développé par le CEA, l'IRSN, EDF et AREVA-NP. Il constitue un outil de synthèse de l'ensemble des connaissances phénoménologiques sur la dégradation du cœur. ICARE/CATHARE permet :

- **l'évaluation des conséquences d'un accident grave pour le circuit primaire d'un REP (de l'événement initiateur de la séquence jusqu'à la rupture de la cuve) ;**
- **l'interprétation des programmes expérimentaux sur les accidents de fusion de cœur de l'IRSN et de ses partenaires français ou internationaux.**

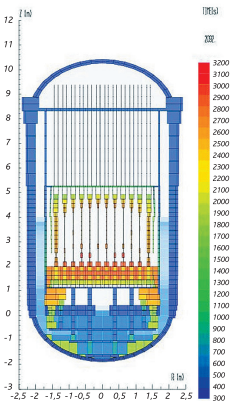
Modèles

ICARE/CATHARE est composé d'un ensemble de modules, traitant chacun un phénomène spécifique : thermohydraulique, thermique, mécanique, chimie, produits de fission, mouvements de matériaux, lits de débris, bains fondus. La version actuelle permet une modélisation 2D de la cuve du réacteur et simule l'ensemble des phénomènes physiques jusqu'à la rupture de la cuve. Cette version est utilisée pour les EPS2 de l'IRSN en support à l'évaluation des transitoires avec renvoi d'eau sur des structures dégradées. Le logiciel est conçu pour permettre une implantation facile de nouveaux modèles et réaliser des calculs tant pour des programmes expérimentaux que pour des réacteurs.

Validation

La validation réalisée en partenariat avec une dizaine d'organismes étrangers porte sur :

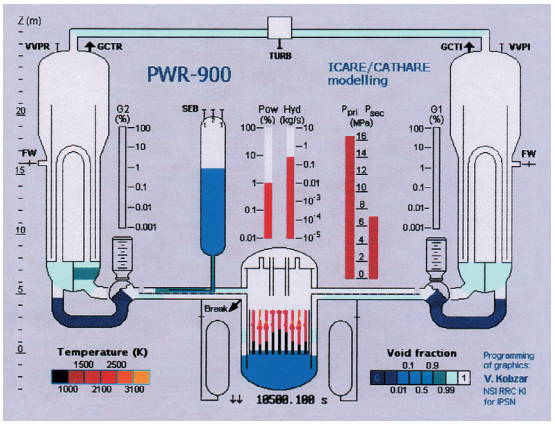
- une centaine d'essais à effets séparés (chimie, mécanique, renoyage...) ;
- une trentaine d'essais intégraux de dégradation, permettant de valider les modèles de dégradation du cœur et des structures (PHEBUS, MAESTRO, CORA, PBF, QUENCH...) et le couplage avec le circuit primaire (LOFT) ;
- des calculs de séquences réacteurs, dont une analyse détaillée de l'accident de TMI-2, afin de consolider le logiciel en vue des applications réacteurs. Les modèles de thermohydraulique bénéficient pour la plupart, de la validation du logiciel CATHARE.



REP 900 calcul
ICARE/CATHARE V2
Champ de température
solide-liquide dans la cuve

Développements et perspectives

Le développement s'effectue dans un environnement scientifique de haut niveau : recherche de base (thèses, post-doctorats), relations privilégiées avec des universités et des organismes de recherche français (CEA, IMFT/Toulouse...) ou étrangers (Institut Kurchatov en Russie et ENEA en Italie...), participation à de nombreux projets européens des PCRDT[5] (SARNET) et internationaux (cadre OCDE).
Des séminaires internationaux du Club Utilisateurs se tiennent régulièrement, ils rassemblent en moyenne une trentaine d'utilisateurs provenant d'une dizaine de pays.
Les efforts actuels de modélisation portent sur le renoyage d'un cœur très dégradé. Le champ d'application du logiciel peut être étendu à d'autres types de réacteurs (RBMK, réacteurs à gaz...). A terme, le logiciel ICARE/CATHARE sera remplacé par le logiciel ASTEC/CATHARE, ce futur couplage ayant déjà été amorcé par la récente intégration du logiciel ICARE2 dans le système de logiciels ASTEC.



REP 900 calcul ICARE/CATHARE V1
Séquence accidentelle EPS-2 brèches induites

1- Réacteur à Eau sous Pression.
2- Réacteur à eau sous pression des pays de l'Est.
3- European Pressurized Reactor.
4- Etudes Probabilistes de Sûreté.
5- Programmes Cadres de Recherche et de Développement Technologie de la commission Européenne.

IRSN/PSN - Décembre 2012 - Réalisation : Galets Bleus Agence