

**CECRAC (CODE D'ÉVALUATION DES CONSÉQUENCES
RADIOLOGIQUES D'UN ACCIDENT DE CRITICITÉ)**

-

P. BEAUJARD, G. BIAUT, T. DOURSOUT

SGN - Service Environnement - Criticité - Radioprotection

1, rue des Hérons

78 182 ST QUENTIN Yvelines cédex

Dans le domaine de la sûreté nucléaire, il est indispensable de tenir compte du risque d'accident de criticité, qui, même s'il s'avère improbable, peut survenir malgré toutes les précautions prises.

Jusqu'à présent, les conséquences radiologiques d'une telle catastrophe sont déterminées par la consultation d'abaques réalisés en 1963 par Jean-Marie LAVIE, qui se réfèrent à un accident « standard » produisant un total de 5.10^{18} fissions au cours d'une divergence normalisée d'une durée de 10 minutes.

Cependant, il apparaît qu'un tel modèle n'est pas suffisamment réaliste, notamment pour un accident de criticité en milieu aqueux. En effet, des expériences menées sur le sujet ont permis d'établir qu'un mécanisme de contre-réaction intervient en plus de l'excursion de puissance initiale. C'est pourquoi le service ECR de SGN a décidé d'améliorer les moyens d'évaluation sur les bases d'un modèle plus réaliste. Un des objectifs essentiels dans ce projet est de parvenir à quantifier la dose reçue par les éventuels travailleurs se situant à proximité de l'accident (ou dans son proche environnement), en prenant en compte la réglementation actuelle (CIPR). L'outil dédié à cette tâche est une interface fonctionnelle désignée par l'acronyme CECRAC, pour Code d'Evaluation des Conséquences Radiologiques d'un Accident de Criticité.

Cette interface est un logiciel autonome évoluant dans un environnement PC (Windows 32 bits). Il permet de traiter les accidents de criticité survenant en milieu aqueux, en tenant compte à la fois de la cinétique de la divergence et de la géométrie de la source irradiante. De plus, il est évolutif et extensible à d'autres milieux (poudres ou crayons de combustibles).

D'un point de vue général, CECRAC est capable de calculer, à partir de la donnée d'une cinétique d'accident type, l'évolution temporelle de la dose correspondant à chacun des 3 termes sources concernés :

- Le rayonnement gamma issu de la désintégration des produits de fission
- Le rayonnement gamma prompt de fission
- Le rayonnement neutron prompt de fission

De plus, il est possible de rajouter une protection radiologique, caractérisée par son matériau constitutif, mais aussi par son épaisseur et la distance qui la sépare de la source. CECRAC permet alors de déterminer la dose susceptible d'être enregistrée derrière cette protection.

Plus précisément, voici les étapes de calcul par lesquelles CECRAC transite, à partir de la cinétique (taux de fission instantané) d'un accident type présent dans une bibliothèque qui lui est intégrée (élaborée grâce au code CRITEX 6.0) :

- **Terme source « gamma produits de fission » (GPF)**
 - Détermination de l'historique de production des fissions de ^{235}U (ou ^{239}Pu) (Données JEF PC 2.0)
 - Calcul de l'activité instantanée des 453 produits de fission (PF) retenus (Calculs ORIGEN2)
 - Calcul du spectre d'émission photonique instantané (en gamma/s) condensé à 30 groupes d'énergie
 - Calcul du débit d'équivalent de dose aux instants demandés (en $\mu\text{Sv/h}$) (Calculs SN1D)
- **Terme source « gamma prompts » (GP)**
 - Détermination du spectre d'émission des gamma prompts (en gamma/s) issu du spectre de Chilton condensé à 30 groupes d'énergie (constant au cours du temps)
 - Calcul du débit d'équivalent de dose aux instants demandés (en $\mu\text{Sv/h}$)
- **Terme source « neutrons prompts » (NP)**
 - Détermination du spectre d'émission des neutrons prompts (en gamma/s) issu du spectre de Cranberg condensé à 100 groupes d'énergie (constant au cours du temps)
 - Calcul du débit d'équivalent de dose aux instants demandés (en $\mu\text{Sv/h}$)
- **Estimation de la dose totale** (par sommation des 3 contributions) aux instants demandés à partir d'une liste optimisée de PF
- **Exportation des résultats sous forme graphique**

Un certain nombre de bibliothèques sont nécessaires aux différents calculs effectués par CECRAC. Ainsi, l'historique de production des fission de ^{235}U est réalisé à partir d'une bibliothèque construite à l'aide du code ORIGEN 2.2, qui donne l'évolution temporelle de l'abondance isotopique de tous les PF, ces derniers étant issus de la n-fission thermique de ^{235}U . Une base de donnée intégrant les PF de la n-fission thermique du ^{239}Pu est également disponible. Ensuite, une autre

bibliothèque a été créée afin de répertorier l'ensemble des raies spectrales issues des rayons gamma et X, pour chaque PF concerné, en utilisant la base de donnée JEF-PC 2.0. Cette bibliothèque, associée au calcul des activités, permet alors de déterminer le spectre d'émission photonique instantané pour le terme source « gamma produits de fission ».

Enfin, pour les trois termes sources, le passage du spectre d'émission au débit d'équivalent de dose s'accomplit par le biais d'une base de donnée résultant des calculs de transport de rayonnement exécutés par le code SNID.

Le poster présentera les résultats obtenus par CECRAC pour un ou plusieurs scénarios d'accident et détaillera la contribution des différents rayonnements.

Ce travail fait suite à un premier poster présenté au congrès SFRP de Tours en juin 2001.