

# Logiciel de calcul DRACCAR

## [DÉFORMATION ET RENOYAGE D'UN ASSEMBLAGE DE CRAYONS COMBUSTIBLES PENDANT UN ACCIDENT DE REFROIDISSEMENT]

Le logiciel de calcul DRACCAR est développé par l'IRSN pour soutenir l'analyse de sûreté des réacteurs à eau sous pression (REP). Il simule un accident de perte de refroidissement à la suite, par exemple, de la perte d'eau de refroidissement du cœur du réacteur ou du dénoyage d'une piscine d'entreposage du combustible. Au cours de tels accidents, la vaporisation de l'eau de refroidissement conduit à l'assèchement des crayons de combustibles, à l'augmentation de leur température, au gonflement et à la rupture des gaines entourant le combustible. Ce gonflement peut occasionner un bouchage significatif d'une partie du cœur et compromettre ainsi les possibilités de refroidissement à l'aide des systèmes de secours.

### Objectifs

Le logiciel 3D multi-crayons a pour objectif de modéliser un assemblage combustible afin d'évaluer le taux de bouchage dû aux crayons déformés et l'impact sur leur refroidissement, en tenant compte des interactions mécaniques et thermiques entre crayons. Il doit permettre :

- de réaliser une interprétation cohérente de l'ensemble de la base de données expérimentales que ce soit en géométrie « mono-crayon » ou « grappe de crayons », avec combustible réel ou simulant ;
- de transposer à l'échelle du réacteur les phénomènes mis en jeu grâce à des modèles validés sur ces résultats d'essais et ainsi soutenir les études de sûreté.

### Modèles

Dans le but de simuler de manière détaillée le comportement d'un assemblage de crayons combustibles lors d'un APRP les phénomènes physiques modélisés sont :

- la conduction thermique 3D dans le combustible et la gaine,
- les échanges thermiques entre les crayons combustibles et le fluide réfrigérant,
- la déformation par fluage des gaines et la rupture des crayons combustibles,
- la relocalisation du combustible dans les zones déformées des crayons,
- l'oxydation et l'hydruration par la vapeur d'eau des gaines de combustible,
- l'interaction mécanique des crayons combustibles déformés entre eux,
- la rétroaction liée à la déformation des crayons combustibles sur les sections de passage du fluide.

### Validation

La première version industrielle de DRACCAR V2.2 a été livrée en 2014.

Sa validation est une opération qui consiste à s'assurer que la mise en œuvre du logiciel restitue bien la réalité physique, réalisée par une comparaison des résultats soit à d'autres logiciels de calculs mais principalement à une large base de données expérimentales. De nombreuses comparaisons d'expériences sont réalisées (PHEBUS APRP, HALDEN IFA 650, CORA, PERICLES, REBEKA...).

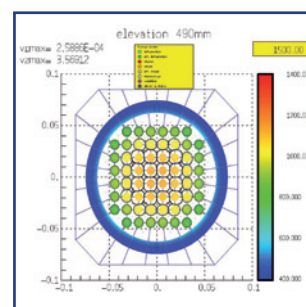
### Environnement scientifique et collaborations

Le logiciel DRACCAR, qui est cofinancé par EDF, est couplé depuis 2009 à la plate-forme européenne NURESAFE du 7<sup>ème</sup> PCRD<sup>1</sup>. Il bénéficie d'un environnement scientifique de haut niveau par des collaborations avec des organismes de recherche nationaux, plus particulièrement le CNRS de Nancy (Laboratoire des matériaux d'Energétique et de Mécanique Théorique et Appliquée), et le CNRS de Perpignan (Laboratoire PROMES).

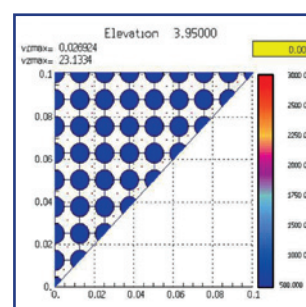
Le logiciel DRACCAR bénéficiera des apports scientifiques des programmes expérimentaux ELFE, COCAGNE, COAL réalisés dans le cadre du projet PERFROI (Programme Investissement d'Avenir).



Essai Phébus LOCA



Phébus FPT1, élévation 0.5 m



1/8 d'assemblage 17x17 REP