

CATALOGUE DES STAGES 2022

**Direction Technique et Ingénierie
Division Sûreté et Procédé - DTIP-F**

Version v3.0

DTIP-C

1. [2021-6985](#) – « Analyse de la nappe radiale de puissance de conception »
Neutronique – Distribution puissance
2. [2021-6989](#) – « Analyse de transitoires accidentels superposés à des états initiaux non stabilisés »
Neutronique – Thermohydraulique
3. [2021-6990](#) – « Multi-recyclage Plutonium en REP »
Neutronique – Gestion combustible
4. [2021-6991](#) – « Algorithmes d'optimisation du pilotage de réacteur nucléaire »
Optimisation du pilotage – I&C
5. [2021-6993](#) – « Développement d'une méthode 3D cinétique couplée pour l'accident de rupture de tuyauterie vapeur (RTV) »
Développement méthode – Couplage 3D

DTIP-D

1. [2021-7015](#) – « Amélioration du coupleur pour l'analyse des cœurs multi-physique intégrée »
Développement de code – Multi-physique
2. [2021-7016](#) – « Analyse de la distribution de débit en entrée cœur avec un code de thermohydraulique »
Thermohydraulique cœur – CFD
3. [2021-6984](#) – « Développement en Thermohydraulique Accidentelle d'APRP-2A »
Développement de code – Thermohydraulique accidentelle
4. [2021-7065](#) – « Extension de la validation des codes de neutronique pour la simulation des cœurs de réacteur »
Validation de code – Neutronique
5. [2021-7061](#) – « Mise en place d'une approche statistique de prise en compte des incertitudes »
Statistique – Traitement des incertitudes

■ DTIP-D (suite)

6. [2021-7057](#) – « Recondensation spectrale des assemblages combustible et calcul des paramètres de réflecteur lourd »
Neutronique – Assemblages combustible
7. [2021-7059](#) – « Amélioration de l'ergonomie d'un outil de traitement d'incertitudes des calculs Accidents Graves »
Optimisation de codes – Traitement des incertitudes
8. [2021-7090](#) – « Outil d'exploitation des mesures de flux neutronique »
Développement d'outils – Neutronique
9. [2021-7091](#) – « Wrapping d'une application en C vers Python3 »
Développement logiciel – C – Python3

■ DTIP-L

1. [2021-7046](#) – « Développement de nouveaux logiciels pour les études de conséquences radiologiques »
Développement de codes – Conséquences radiologiques
2. [2021-7094](#) – « Étude d'un Accelerator Driven System (ADS) et des problématiques de radioprotection associées »
Neutronique – Radioprotection et criticité
3. [2021-7044](#) – « Accélération des calculs de propagation avec TRIPOLI-4® »
Neutronique – TRIPOLI-4
4. [2021-6044](#) – « Auto Design de protections biologiques »
Radioprotection – Machine learning
5. [2021-7070](#) – « Utilitaire de calculs dosimétriques adaptés à l'exploitation : amélioration et ajouts de configurations de calcul »
Neutronique – Dosimétrie
6. [2021-7018](#) – « Définition de fonctions d'estimation pour l'accident d'éjection de grappe »
Neutronique – Transitoire accidentel

■ DTIP-L (suite)

7. [2021-6986](#) – « Simulation CFD sous STAR-CCM+ dédiée à la validation élémentaire et à la dispersion atmosphérique »
CFD – STAR-CCM+
8. [2021-7017](#) – « Validation du code STAR-CCM+ sur le phénomène de *sloshing* »
Validation de codes – STAR-CCM+
9. [2021-7043](#) – « Méthodes d'accélération des calculs thermohydrauliques CFD »
Optimisation de codes – CFD
10. [2021-7042](#) – « Simulation d'interaction fluide/structure »
CFD – Interaction fluide/structure
11. [2021-7041](#) – « Développement de la modélisation des incendies conventionnels avec l'outil CFD 3D STARCCM+ »
CFD – STAR-CCM+
12. [2021-7072](#) – « Radioprotection – contributions aux codes/outils pour les études de conception RP des projets EPR »
Radioprotection – EPR

■ DTIP-R

1. [2021-6996](#) – « Développement d'un méta-modèle pour calculs en recharge – APRP GB »
APRP – Méta-modèle
2. [2021-6987](#) – « Implémentation des règles de conduite opérateur dans Cathare pour un EPR export »
Conduite Incidentelle et Accidentelle – EPR - CATHARE
3. [2021-6983](#) – « Colmatage des plaques entretoises des Générateurs de vapeur – Etudes de sensibilités croisées »
Colmatage GV – Thermohydraulique
4. [2021-6982](#) – « Efforts hydrodynamiques APRP Analyse d'influence des paramètres avec EUROPLEXUS »
Hydrodynamique APRP – EUROPLEXUS

■ DTIP-R (suite)

5. [2021-7035](#) – « Masses et Energies Libérées en RTV – Analyse du phénomène de bulle dans les boucles primaires »
RTV – Thermohydraulique
6. [2021-7033](#) – « Analyse de sensibilité pour le développement d'une nouvelle méthode pour le transitoire de MFEAN »
Développement de méthodes – Transitoire accidentel
7. [2021-6959](#) – « Programmation des règles de conduite opérateur du palier N4 pour réalisation de calculs avec CATHARE »
Conduite Incidentelle et Accidentelle – N4 – CATHARE
8. [2021-7102](#) – « Analyse de sensibilité sur la chaîne de refroidissement EPR »
Thermohydraulique – EPR
9. [2021-7103](#) – « Modélisation sous Python d'études accidentelles en état d'arrêt »
Python – Etats d'arrêt
10. [2021-7101](#) – « Programmation des règles de conduite opérateur de l'EPR Flamanville »
Conduite Incidentelle et Accidentelle – EPR – CATHARE
11. [2021-7105](#) – « Pérennisation des connaissances sur les principes de Conduite Incidentelle Accidentelle (CIA) »
Conduite Incidentelle et Accidentelle – EPR

CHERCHER UN STAGE SUR LE SITE FRAMATOME

- Avec le lien suivant :

<https://framatomer-career.talent-soft.com>

- Choisir la langue française (FR en haut à gauche)
- Taper la référence du stage ci-après YYYY-XXXX dans la recherche

- Directement via le site Framatome :

<http://www.framatome.com/>

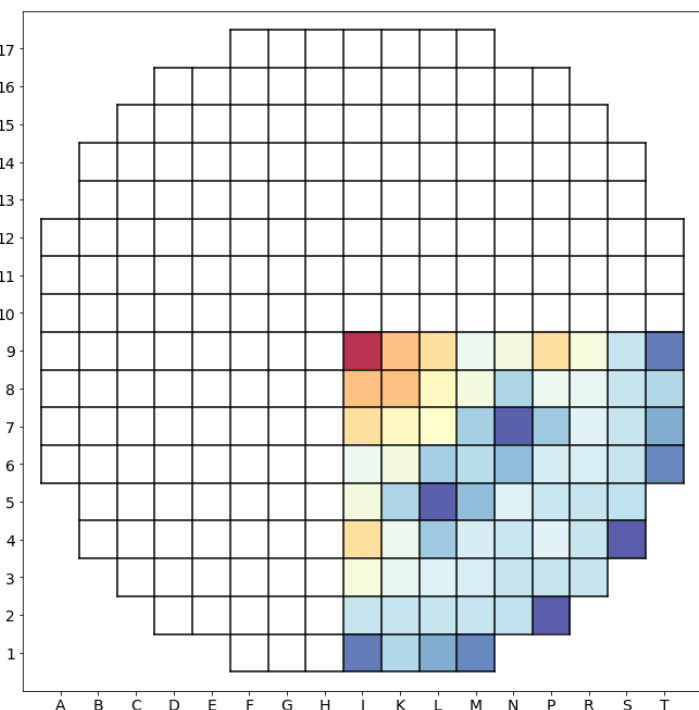
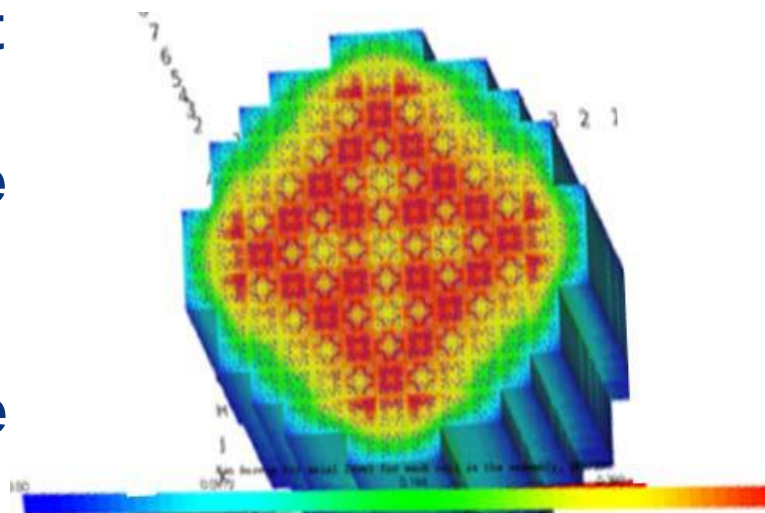
- Rubrique « Rejoignez-nous »
- Sous-rubrique « Nos offres »
- Taper la référence du stage ci-après YYYY-XXXX dans la recherche

1. DTIPC-F

Core design and transient analyses

Analyse de la nappe radiale de puissance de conception

La conception thermohydraulique est fondée sur l'utilisation d'une nappe radiale de puissance dans le cœur, dite de conception, spécifique à chaque palier

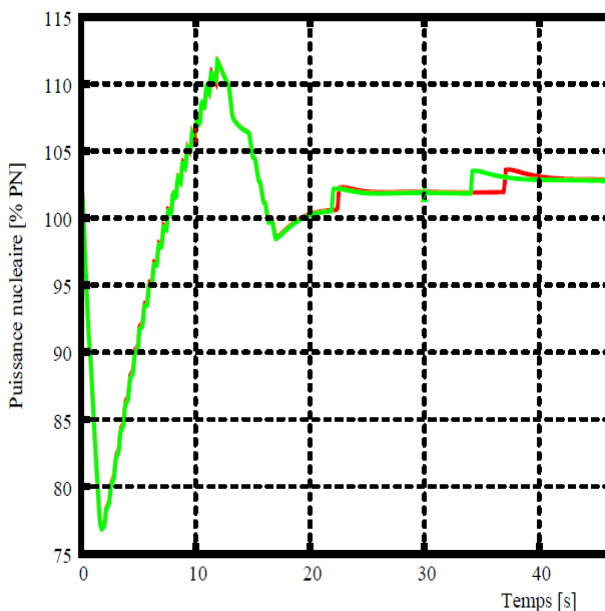
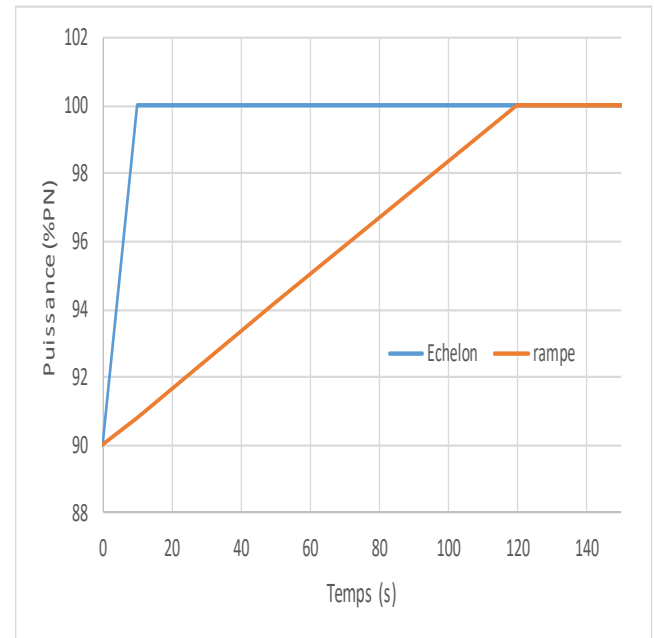


- L'objectif du stage est de travailler sur la méthode d'élaboration de cette nappe de puissance
- Le stage conduit donc à des études de modélisation neutronique des cœurs et à des analyses et comparaisons physiques de résultats thermohydrauliques

- **Lieu :** Paris La Défense (92) **Durée :** 5 à 6 mois
- **Unité d'accueil :** DTIPC **Référence :** 2021-6985

Analyse de transitoires accidentels superposés à des états initiaux non stabilisés

- Le fonctionnement des réacteurs n'est jamais totalement stable. Diverses fluctuations, physiques ou d'instrumentation sont présentes et par ailleurs diverses évolutions peuvent être réalisées dans le cadre du fonctionnement normal (rampes, échelons ...)

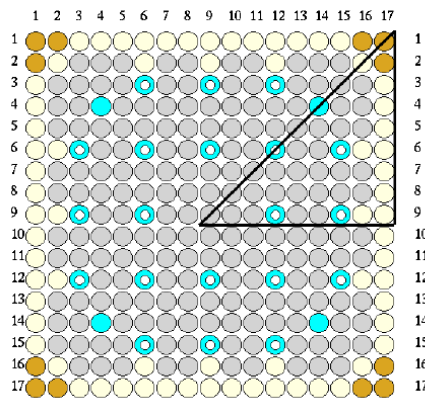


- L'objectif du stage est d'analyser le cumul d'un transitoire accidentel avec un état initial non stable.
- Cette analyse met en œuvre des simulations neutroniques et thermohydrauliques

- **Lieu :** Paris La Défense (92) **Durée :** 6 mois
- **Unité d'accueil :** DTIPC **Référence :** 2021-6989

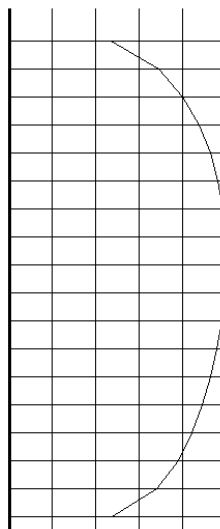
Multi-recyclage Plutonium en REP

Avant éventuel recours aux réacteurs de 4^{ème} génération, la consommation des stocks de Pu reste un enjeu majeur, c'est pourquoi la faisabilité d'un recyclage multiple des combustibles MOX irradiés est étudiée avec les technologies réacteur actuelles.



- L'objectif du stage est d'étudier la modélisation d'un cycle de combustible à l'équilibre pour un réacteur 4 boucles du parc.
- Le stage conduit donc à réaliser la modélisation neutronique d'assemblages, de cœurs et ses paramètres pour caractériser la sûreté de ce type de concept. L'analyse physique constituera une forte composante de l'activité proposée.

	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	R	S	T
17							0.4759	0.6854	0.6707	0.6830	0.4720	0.6832	0.4760				
16						0.3474	0.6021	1.0851	1.0707	1.2467	0.9727	1.0354	1.0667	1.0633	0.6017	0.3474	
15					0.3805	0.7827	0.9663	1.9931	1.9889	0.9474	1.3113	0.9640	1.0630	0.9667	0.7834	0.3803	
14				0.3476	0.7837	0.9429	1.1011	1.9651	1.2148	1.1356	1.1083	1.1214	1.2148	1.1083	0.9428	0.7823	0.3471
13			0.6020	0.9674	1.1203	0.9033	1.9451	1.2446	1.1505	1.1103	1.0595	1.2446	1.2446	1.1103	0.9036	0.6012	
12		0.4801	1.0607	1.0937	1.3069	1.2438	1.1845	1.1850	1.2128	0.9940	1.1214	1.1079	1.2438	1.2438	1.0934	1.0626	0.4764
11		0.6867	1.0711	1.0989	1.2228	1.2262	1.1833	1.0728	1.0826	1.0473	1.1000	1.0818	1.1040	1.2281	1.2831	1.0662	0.6829
10		0.6770	1.2461	0.9482	1.1221	1.1569	1.2145	1.0876	0.9429	0.7425	0.9715	1.1024	1.2240	1.1596	1.1088	0.9036	1.2348
09		0.6697	0.9724	1.1216	1.1205	1.1129	0.9050	1.0235	0.7407	0.6306	0.7451	1.0201	0.9026	1.1104	1.1094	1.1211	0.9722
08		0.6727	1.2248	0.9637	1.1209	1.1558	1.1204	0.9707	0.7405	0.9426	0.9865	1.1218	1.1558	1.1227	0.9062	1.2447	0.6759
07		0.6830	1.0663	1.0938	1.2213	1.2282	1.1838	1.0818	1.1000	1.0480	1.1043	1.0723	1.1040	1.2253	1.2835	1.0713	0.6866
06		0.4784	1.0827	1.0934	1.3068	1.2440	1.1861	1.1846	1.2109	0.9943	1.1244	1.1028	1.1861	1.2418	1.3101	1.0637	0.4801
05		0.6813	0.9639	1.1203	1.0714	1.2440	1.2209	1.1506	1.1103	1.0592	1.2440	1.2440	1.2440	1.1103	0.9637	0.6825	
04		0.3471	0.7823	0.9428	1.1009	1.1001	1.2125	1.1211	1.0811	1.1007	1.2125	1.1009	1.1001	0.9429	0.7807	0.3476	
03		0.3803	0.7834	0.9667	1.0939	1.2108	0.9646	1.3113	0.9473	1.2830	1.0940	0.9663	0.7827	0.3805			
02		0.3473	0.6017	1.0651	1.0646	1.2105	0.9723	1.2468	1.0709	1.0621	0.6021	0.3473					
01						0.4762	0.6832	0.6707	0.6830	0.4760							

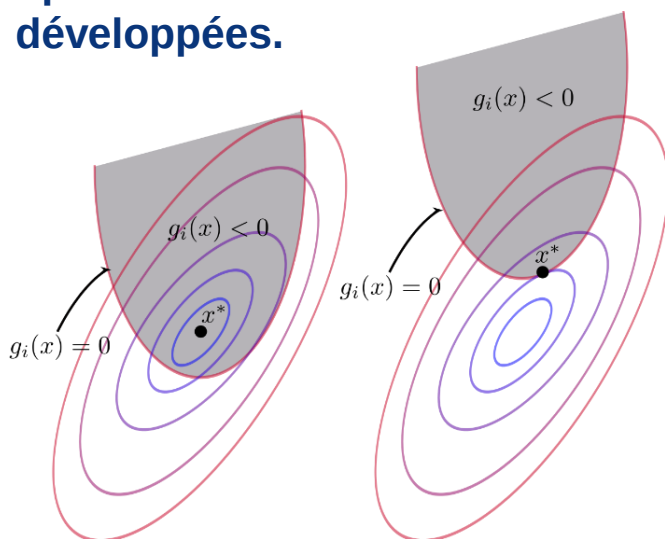


- Lieu : Paris La Défense (92) Durée : 5 à 6 mois
- Unité d'accueil : DTIPC Référence : 2021-6990

Algorithmes d'optimisation du pilotage de réacteur nucléaire

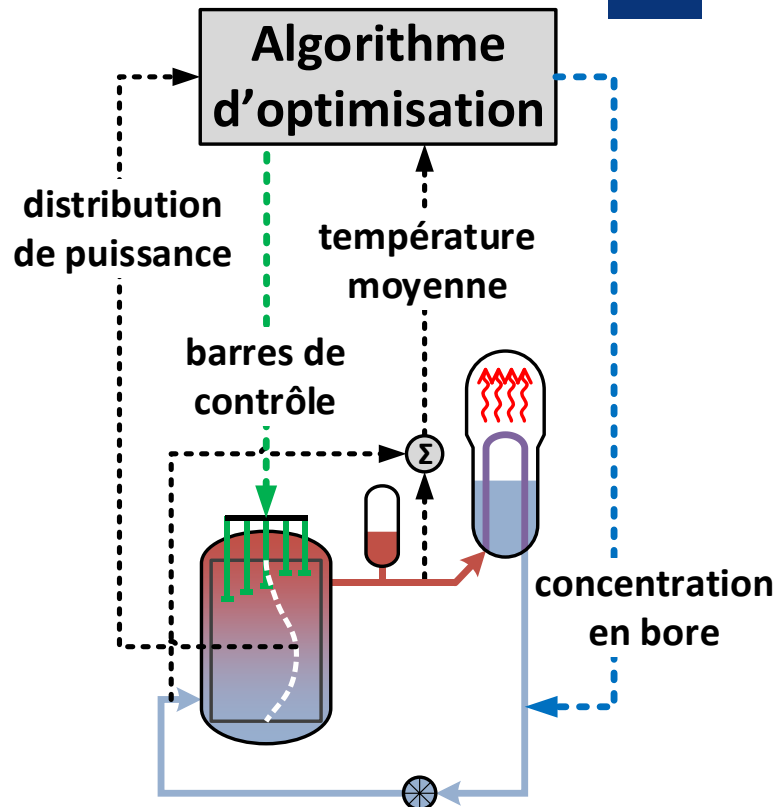
Contexte : le pilotage d'un réacteur nucléaire consiste à réguler la température et la distribution de puissance du cœur en déplaçant des barres de contrôle dans le cœur et en ajustant la concentration en bore du circuit primaire.

Le déploiement massif d'énergies renouvelables intermittentes sur le réseau électrique nécessite d'améliorer la flexibilité des réacteurs. Pour y parvenir, des lois de commandes innovantes et optimales doivent être développées.



Source : http://fr.wikipedia.org/wiki/Conditions_de_Karush-Kuhn-Tucker

$$\min_{x \in \mathbb{R}^n} f(x) \text{ s.t. } \begin{cases} \forall i \in \llbracket 1, m \rrbracket, g_i(x) \leq 0 \\ \forall j \in \llbracket 1, p \rrbracket, h_j(x) = 0 \end{cases}$$

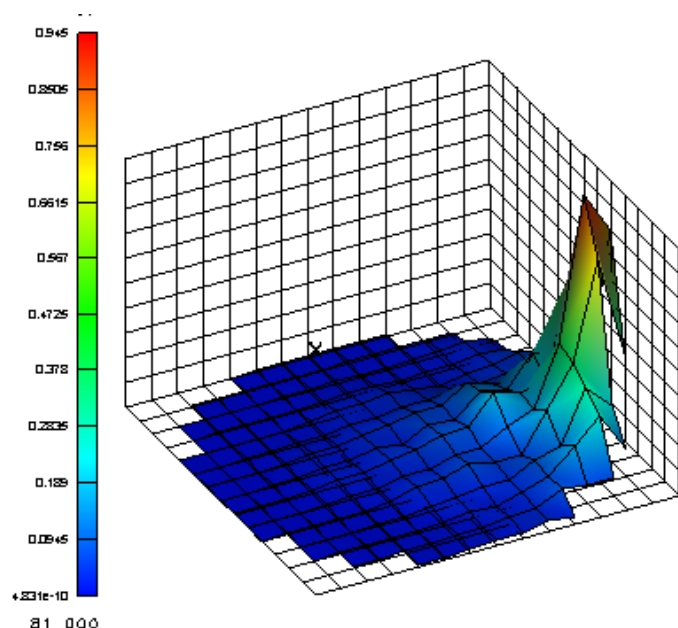
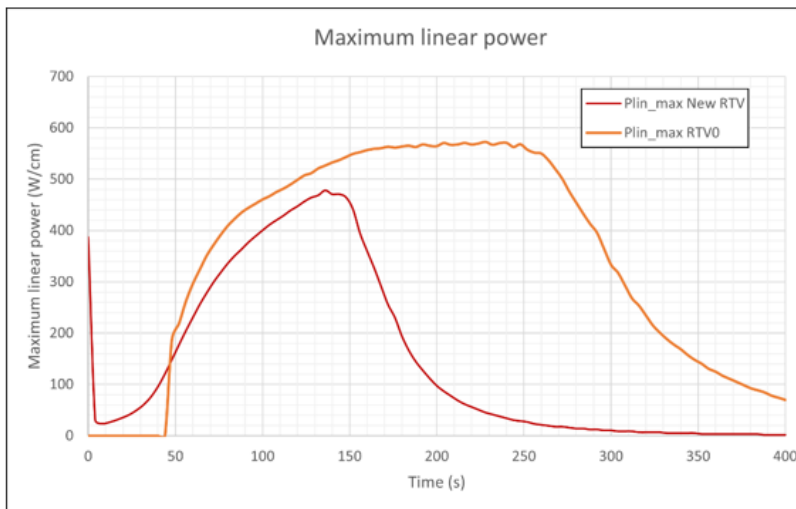


- Mission : mettre en place des algorithmes d'optimisation du pilotage d'un réacteur nucléaire. Valider sur des scénarios de fonctionnement typiques.
- Profil : stage fin d'étude école ingénieur ou master d'université en mathématiques appliquées. Compétences MATLAB/Python appréciées.

- **Lieu :** Paris La Défense (92) **Durée :** 5 à 6 mois
- **Unité d'accueil :** DTIPC **Référence :** 2021-6991

Développement d'une méthode 3D cinétique couplée pour l'accident de rupture de tuyauterie vapeur (RTV)

Les premiers travaux de R&D effectués en 2021 sur le sujet ont mis en évidence les potentiels gains de marges vis-à-vis des critères de sûreté associés à une modélisation moins découplée du transitoire de RTV



- L'objectif du stage est d'approfondir les premières analyses déjà effectuées et d'entrer dans la phase de développement méthodologique par le biais des études de sensibilité permettant d'identifier la configuration la plus pénalisante et garantir ainsi la robustesse de l'approche
- Les travaux à effectuer dans ce cadre sont centrés sur des analyses physiques de ce transitoire que la modélisation avancée multi-physique rend nécessaire

- **Lieu :** Paris La Défense (92) **Durée :** 5 à 6 mois
- **Unité d'accueil :** DTIPC **Référence :** 2021-6993

2. DTIPD-F

Computer codes and method
Developpement

Amélioration du coupleur pour l'analyse des cœurs multi-physique intégrée

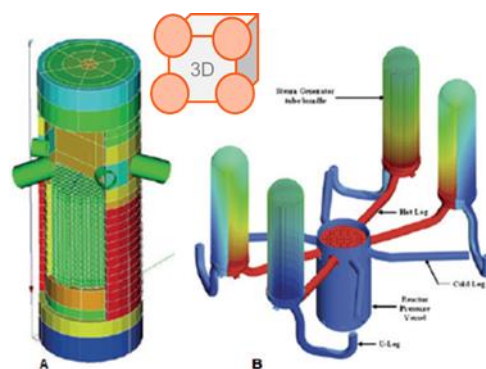
L'unité DTIPDEF recherche pour son service d'études et de développement thermohydraulique un stagiaire F/H préparant un diplôme d'ingénieur dans le domaine de la mécanique des fluides et de l'analyse numérique.

Dans le cadre de votre stage, vous serez amené(e) à évaluer la pertinence de la distribution de débit en entrée cœur appliquée avec un code de thermohydraulique du cœur. Ce code, destiné à être utilisé dans les démonstrations de sûreté, nécessite des compléments de validation afin de garantir son bon fonctionnement, sa représentativité physique et, le cas échéant, sa capacité à reproduire avec un niveau de sûreté suffisant certains phénomènes physiques. Différentes approches seront testées, à la fois sur la base de la modélisation actuelle et en valorisant des résultats CFD existants. Pour chacune des variantes testées, différents cas d'études seront considérés. Ce stage nécessitera de prendre en main le code et d'évaluer son comportement sur la base de sensibilités à réaliser. L'analyse des résultats permettra d'adapter, si nécessaire, certaines préconisations d'utilisation du code.

Ce poste vous permettra d'acquérir des compétences en thermohydraulique, à la fois côté développement, via la compréhension des modèles physiques et leur modification le cas échéant, et côté études, via l'application du modèle développé. Une rigueur dans l'analyse des résultats sera également nécessaire afin de statuer sur les compléments de validation apportés.

Vous connaissez la programmation (idéalement en langage python) et avez une bonne maîtrise de l'environnement Linux. Vous maîtrisez le logiciel Excel.

Vous avez déjà eu l'occasion de mettre en œuvre vos connaissances en mécanique des fluides appliquée à un code de calcul industriel.



- **Lieu :** La Défense (DTIPD) **Durée :** 6 mois
- **Unité d'accueil :** DTIPDE **Référence :** 2021-7015

Analyse de la distribution de débit en entrée cœur avec un code de thermohydraulique

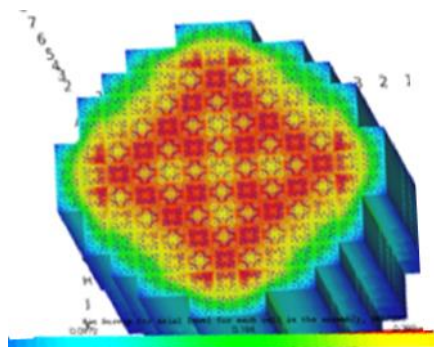
L'unité DTIPDEF recherche pour son service d'études et de développement thermohydraulique un stagiaire F/H préparant un diplôme d'ingénieur dans le domaine de la mécanique des fluides.

Dans le cadre de votre stage, vous serez amené(e) à évaluer la pertinence de la distribution de débit en entrée cœur appliquée avec un code de thermohydraulique du cœur. Ce code, destiné à être utilisé dans les démonstrations de sûreté, nécessite des compléments de validation afin de garantir son bon fonctionnement, sa représentativité physique et, le cas échéant, sa capacité à reproduire avec un niveau de sûreté suffisant certains phénomènes physiques. Différentes approches seront testées, à la fois sur la base de la modélisation actuelle et en valorisant des résultats CFD existants. Pour chacune des variantes testées, différents cas d'études seront considérés. Ce stage nécessitera de prendre en main le code et d'évaluer son comportement sur la base de sensibilités à réaliser. L'analyse des résultats permettra d'adapter, si nécessaire, certaines préconisations d'utilisation du code.

Ce poste vous permettra d'acquérir des compétences en thermohydraulique, à la fois via la compréhension des modèles physiques intervenant, et côté études, via l'application des distributions de débit testées. Une rigueur dans l'analyse des résultats sera également nécessaire afin de statuer sur la nécessité de faire évoluer l'approche actuelle.

Vous connaissez la CFD et avez une bonne maîtrise de l'environnement Linux. Vous maîtrisez le logiciel Excel.

Vous avez déjà eu l'occasion de mettre en œuvre vos connaissances en mécanique des fluides appliquée à un code de calcul industriel.

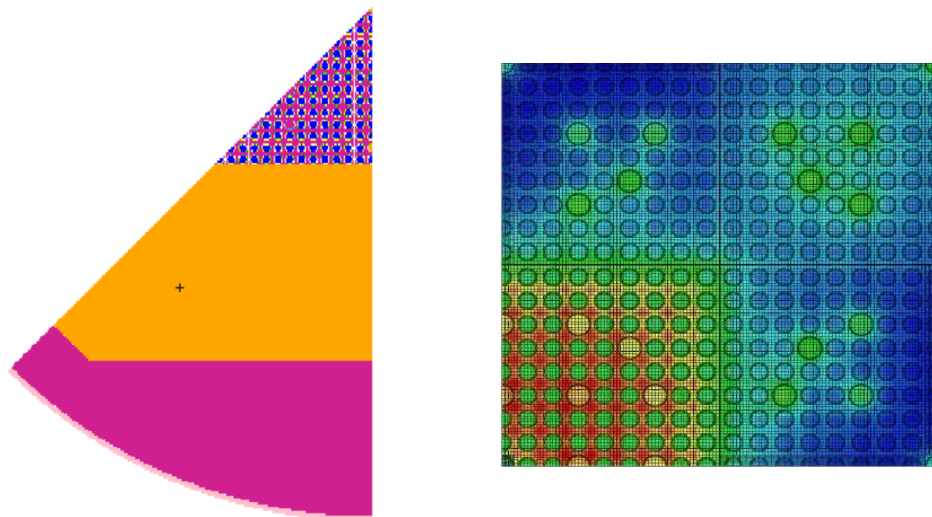


- **Lieu :** La Défense (DTIPD) **Durée :** 6 mois
- **Unité d'accueil :** DTIPDE **Référence :** 2021-7016

Extension de la validation des codes de neutronique pour la simulation des cœurs de réacteur

■ Contexte

- ◆ Vous serez intégré(e) au département en charge du développement et de la validation physique de codes et méthodes utilisés pour dimensionner le cœur des réacteurs et en démontrer la sûreté.
- ◆ Vous contribuerez à l'extension des dossiers de Vérification et Validation des outils de calculs Monte-Carlo pour la simulation des cœurs de réacteurs nucléaires



■ Missions

- ◆ Prise en main des différents codes de neutronique Monte-Carlo utilisés chez FRAMATOME
- ◆ Modélisation d'expériences en maquette critique ou de combustibles irradiés
- ◆ Analyse des impacts du choix de la bibliothèque de données nucléaires
- ◆ Formalisation de ce travail dans un rapport intégré au dossier de qualification Framatome de ces codes

■ **Lieu :** La Défense (92)

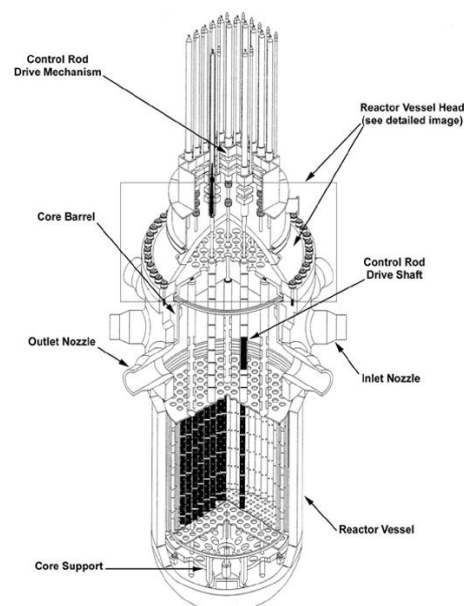
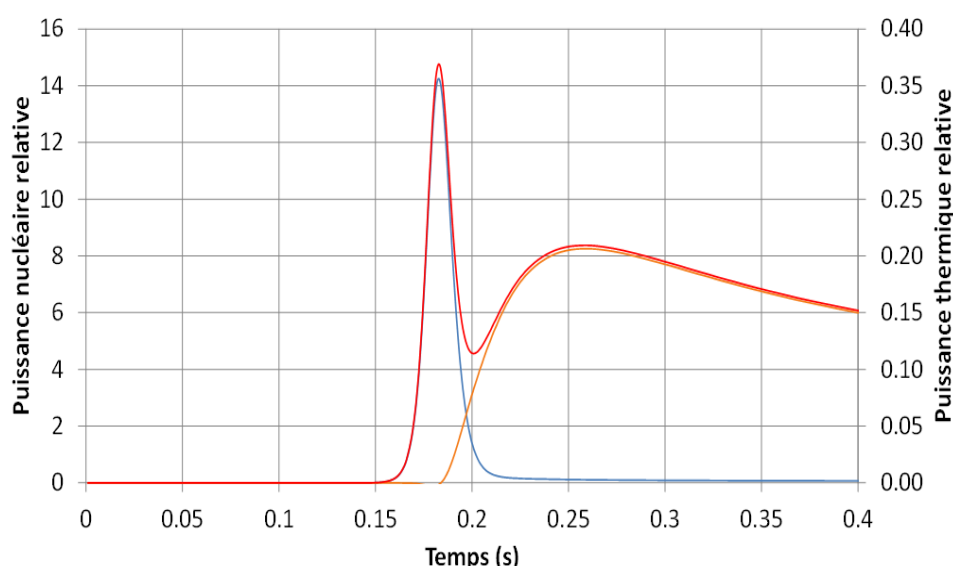
Durée : 6 mois

■ **Unité d'accueil :** DTIPD

Référence : 2021-7065

Mise en place d'une approche statistique de prise en compte des incertitudes

- Les méthodes d'étude d'accident reposent traditionnellement sur une approche déterministe pour la prise en compte des incertitudes : pour chaque paramètre de la simulation, elles sont appliquées de manière à pénaliser le résultat final.
- Le stage consistera, pour l'accident d'éjection de grappe emblématique des études de sûreté, à étudier la mise au point d'une approche statistique pour le traitement des incertitudes, inspirée des méthodes BEPU (Best-Estimate Plus Uncertainties). Les incertitudes font alors l'objet d'un grand nombre tirages aléatoires, ce qui permet de limiter le conservatisme du calcul.
- Les activités à mener seront l'optimisation de la méthode de calcul (lois de variation des paramètres, nombre de tirages...), l'analyse des résultats physiques obtenus et l'utilisation des outils de calcul permettant de réaliser les transitoires.
- Le stage nécessite des connaissances de base en physique des réacteurs et en statistique. Une maîtrise correcte de l'environnement linux est également nécessaire.



- **Lieu :** La Défense (92) **Durée :** 6 mois
- **Unité d'accueil :** DTIPD **Référence :** 2021-7061

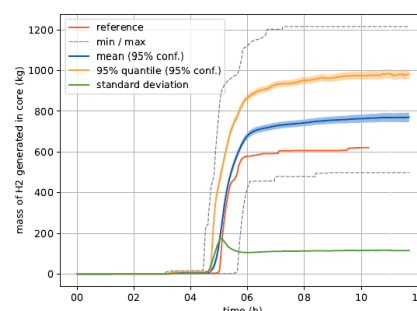
Recondensation spectrale des assemblages combustible et calcul des paramètres de réflecteur lourd

- La méthode de recondensation a la capacité d'obtenir une meilleure précision spectrale du flux neutronique obtenu à la suite d'un calcul à quelques groupes. De l'information additionnelle est générée par le code de réseau (ou par le modèle de réflecteur) sous la forme d'un coefficient de diffusion à deux groupes et d'un ensemble de section efficace avec pondération de la fonction spectrale. Ces informations sont utilisées pour améliorer la précision du calcul de cœur à quelques groupes.
 - Deux familles de méthodes seront étudiées dans le contexte d'une solution de l'équation de la diffusion à deux groupes d'énergie, toutes deux utilisant le même ensemble de sections efficaces avec pondération par fonction spectrale. La première famille est semblable à la méthode de recondensation de Rahnema présentée initialement dans le cadre de la méthode des ordonnées discrètes. La deuxième famille est la méthode spectrale RHO de Gamarino, développée spécifiquement pour être intégrée dans une solution nodale de l'équation de diffusion. Nous proposons une implémentation du type de la méthode de Rahnema pour l'équation de diffusion. Cette étude est une comparaison des approches de recondensation et de RHO spectrale sur des configurations PWR réfléchies 1D.
 - Le deuxième sujet d'étude est la précision du modèle de réflecteur utilisé pour obtenir un coefficient de diffusion homogène et un facteur de discontinuité à deux groupes et un ensemble de sections efficaces équivalent à sa représentation hétérogène. De nombreux modèles sont disponibles et leurs précisions seront comparées (méthodes de Koebke, Lefebvre-Lebigot et BAFF-REFL).
 - La méthode de recondensation spectrale est comparée à la méthode spectrale RHO de Gamarino sur des configurations réfléchies 1D de PWR. Différentes permutations d'assemblages combustibles sont sélectionnées côté cœur. Le réflecteur est un mélange d'acier inoxydable avec une infime quantité d'eau borée. Un calcul fin SN multigroupe est utilisé pour obtenir des solutions de référence pour chaque permutation et pour calculer l'ensemble des sections efficaces à deux groupes avec pondération par la fonction spectrale. Les calculs de diffusion à deux groupes sont effectués sans et avec des corrections de recondensation (ou RHO spectrale) et avec différents modèles de réflecteurs.
-
- **Lieu :** La Défense (92) **Durée :** 6 mois
 - **Unité d'accueil :** DTIPD **Référence :** 2021-7057

Amélioration de l'ergonomie d'un outil de traitement d'incertitudes des calculs Accidents Graves

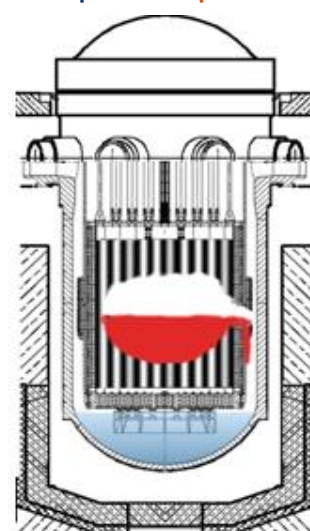
■ Mission

- ◆ Dans le but de mieux maîtriser les incertitudes des modèles du code Accidents Graves MAAP5, un outil d'analyse et de traitement des incertitudes a été développé dans la cadre d'un précédent stage. Le stage proposé vise à implémenter de nouvelles fonctionnalités au sein de cet outil.



■ Objectifs du stage :

- ◆ Prise en main du logiciel MAAP5.05 destiné à l'étude des accidents avec fusion du cœur
- ◆ Prise en main de l'outil d'analyse et de traitements des incertitudes développé en Python: réalisation de premiers calculs statistiques et prise en main de l'ordonnanceur de calculs SLURM
- ◆ Développement de nouvelles fonctionnalités au sein de l'outil: amélioration du lancement de calculs via l'ordonnanceur SLURM, extension au traitement de variables 2D,
- ◆ Développement d'une interface graphique visant à améliorer l'ergonomie de l'outil de traitement des incertitudes.



■ Lieu : La Défense

Durée : 6 mois

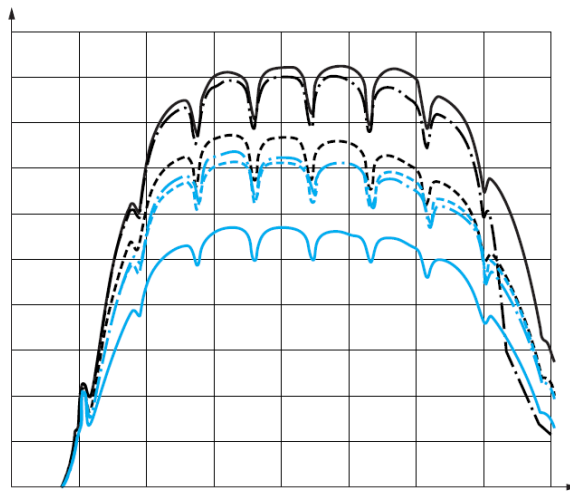
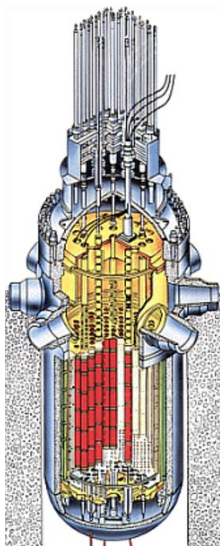
■ Unité d'accueil : DTIPDA

Référence : 2021-7059

Outil d'exploitation des mesures de flux neutronique

■ Contexte

- ◆ Vous serez intégré(e) au département en charge du développement et de la validation physique de codes et méthodes utilisés pour dimensionner le cœur des réacteurs et en démontrer la sûreté.
- ◆ Vous contribuerez au développement d'un outil d'exploitation des mesures de flux neutronique prises sur le parc historique et les nouveaux réacteurs.



■ Missions

- ◆ Conception de l'architecture et des interfaces de l'outil
- ◆ Implémentation du support des différents formats d'enregistrement du flux selon les types de réacteurs
- ◆ Recherche des représentations graphiques du flux (2D et 3D) les plus adaptées
- ◆ Exploration de la base existante des enregistrements de flux en vue d'établir une indexation robuste

■ **Lieu :** La Défense (92)

Durée : 4 à 6 mois

■ **Unité d'accueil :** DTIPD

Référence : 2021-7090

Wrapping d'une application en C vers Python3

■ Contexte

- ◆ Vous serez intégré(e) au département en charge du développement et de la validation physique de codes et méthodes utilisés pour dimensionner le cœur des réacteurs et en démontrer la sûreté.
- ◆ Vous prendrez en charge la mise en place d'un « wrapper » d'une application de type IHM écrite en C95 vers une interface en Python3.



■ Missions

- ◆ L'objectif est d'une part de prendre en main cette application, de mettre en place le wrapping grâce à SWIG, et de proposer des classes de haut niveau pour faciliter l'utilisation des fonctionnalités de l'IHM.
- ◆ Vous prendrez en charge également les tests et la documentation.
- ◆ Selon l'avancement, une mise en place d'optimisations et d'outils supplémentaires sera ajouté.
- ◆ Vous utiliserez notamment les outils de développement git/sphinx/confluence.

■ **Lieu :** La Défense (92)

Durée : 4 à 6 mois

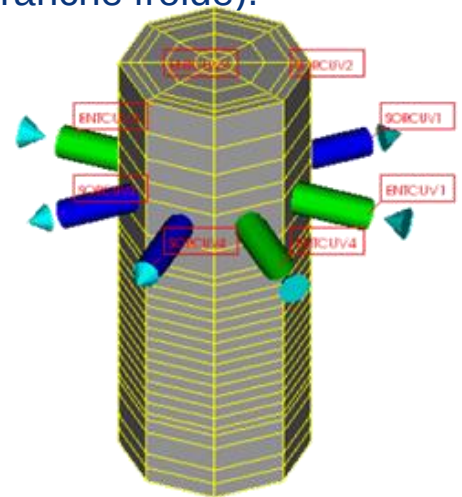
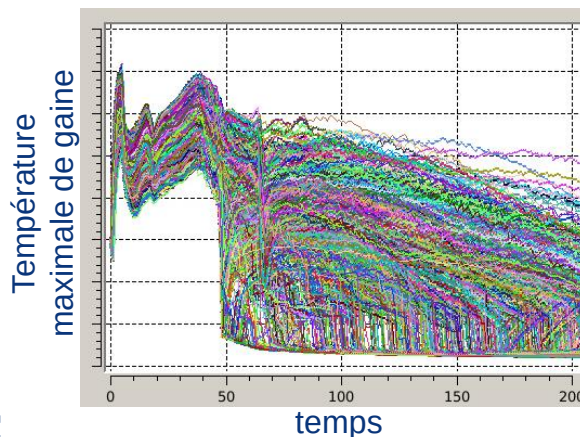
■ **Unité d'accueil :** DTIPD

Référence : 2021-7091

Développement en Thermohydraulique Accidentelle d'APRP-2A

■ Contexte:

- ◆ Département « codes et méthodes » thermohydraulique pour les études d'accidents
- ◆ **Modernisation** de la Méthode Statistique Etendue 3D (MSE3D) et de la modélisation 3D cylindrique de la cuve du réacteur EPR avec CATHARE pour les études accidentelles d'APRP 2A (Accident de Perte de Réfrigérant Primaire consécutif à une brèche guillotine en branche froide).



■ Missions:

- ◆ **Raffiner** le maillage cuve 3D avec les nouvelles fonctionnalités de CATHARE 3 (découpage par zone)
- ◆ **Adapter** le couplage du Crayon Chaud dans l'hydraulique système
- ◆ **Expliquer** les nouveaux résultats CATHARE 3 et les **comparer** à la méthodologie courante CATHARE 2

■ Profil:

- ◆ Stage ingénieur(e) de fin d'étude, programmation (FORTRAN, C++, linux), organisation, rigueur, analyse des phénomènes physiques

■ **Lieu :** Paris La Défense (92) **Durée :** 5 à 6 mois

■ **Unité d'accueil :** DTIPD **Référence :** 2021-6984

3. DTIPL-F

Process **L**yon

Neutronique, radioprotection et
criticité

Développement de nouveaux logiciels pour les études de conséquences radiologiques

■ Contexte et mission

Au sein de l'équipe métier radioprotection, neutronique et criticité, l'objectif du stage est de participer au développement de nouveaux codes de calculs permettant la réalisation d'études d'évaluations de doses aux populations suite à un rejet radioactif dans l'atmosphère, les radioéléments pouvant radiologiquement impacter un individu par exposition externe (type irradiation aux dépôts) ou interne (type inhalation et ingestion). Ces codes ont pour objet d'être utilisés pour différents projets, notamment dans le cadre de dossiers de sûreté établis lors des différentes phases de vie des installations nucléaires (création, modification, démantèlement, ...).

En particulier, les missions consistent à :

- réaliser des études paramétriques pour valider certaines hypothèses de calculs,
- réaliser une étude bibliographique et implémenter des nouveaux modèles pour des problématiques ciblées (déposition sur parois, dépôt humide en rejet atmosphérique, transitoire de rejets liquides),
- pour les calculs de rejets atmosphériques : développer une méthodologie basée sur une base de données à l'état de l'art permettant par apprentissage de répondre de façon plus performante aux sollicitations des projets.

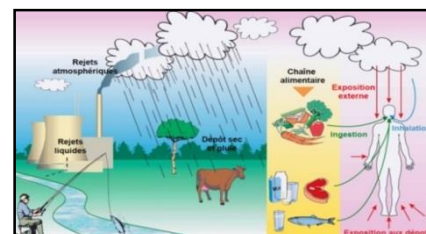
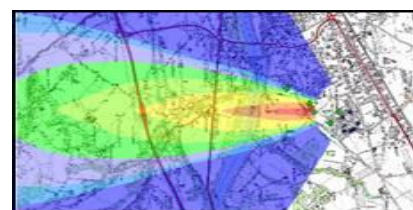
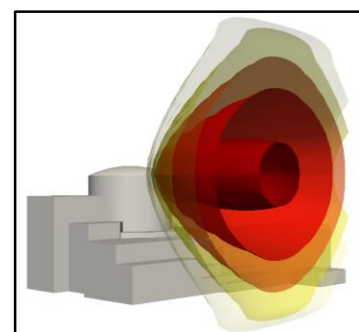


Image CEA

■ **Lieu :** LYON (69)

Durée : 5 à 6 mois

■ **Unité d'accueil :** DTIPL

Référence : 2021-7046

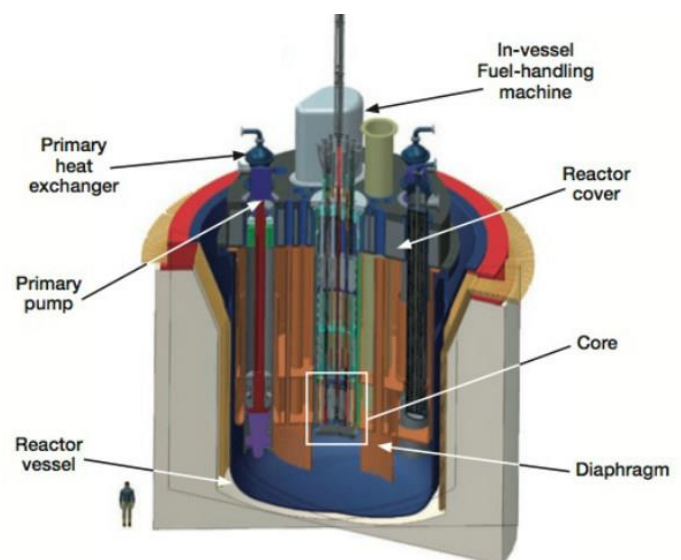
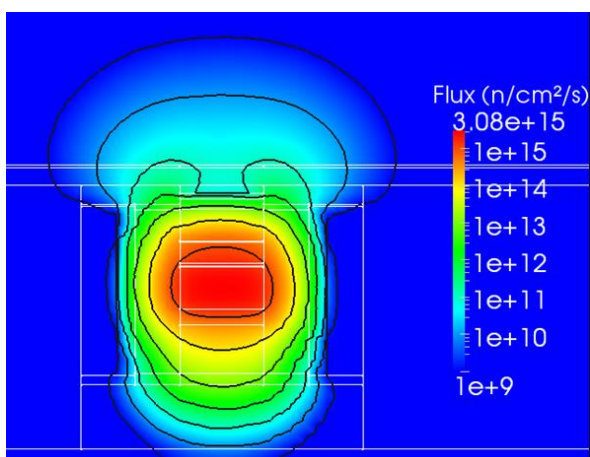
Étude d'un Accelerator Driven System (ADS) et des problématiques de radioprotection associées

■ Contexte

Au sein de l'équipe métier neutronique, radioprotection et criticité, le stage vise à prendre en main le concept de réacteur ADS puis d'étudier les problématiques de radioprotection associées en fonctionnement et à l'arrêt.

■ Missions :

- Étude bibliographique sur les ADS.
- Détermination des termes sources à considérer pour les problématiques de radioprotection (RP) en fonctionnement et à l'arrêt.
- Caractérisation des termes sources par des codes neutroniques déterministes et/ou Monte Carlo.
- Réalisation d'un modèle préliminaire de dimensionnement RP (DPA – Activation des structures – Fuites de rayonnements – Manutention assemblages usés).



■ Lieu : LYON (69)

Durée : 5 à 6 mois

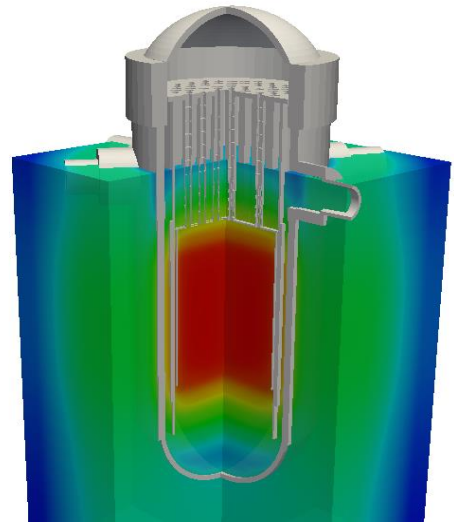
■ Unité d'accueil : DTIPL

Référence : 2021-7094

Accélération des calculs de propagation avec TRIPOLI-4®

■ Contexte

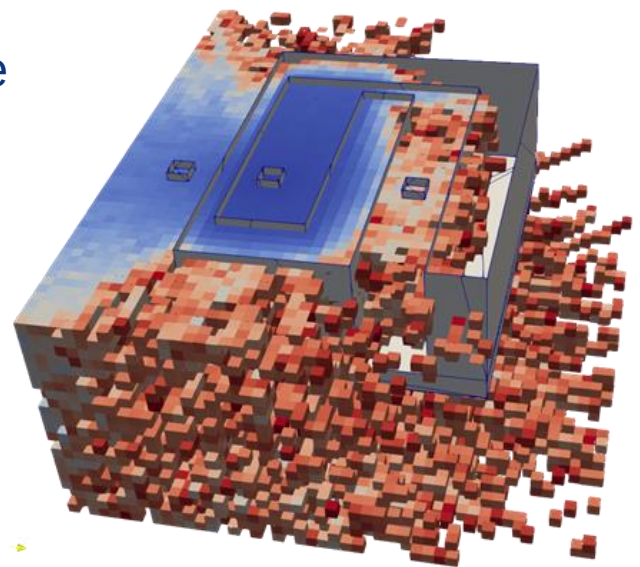
Au sein de l'équipe métier neutronique, radioprotection et criticité, ce stage s'inscrit dans une volonté d'accélérer la mise en œuvre des calculs de propagation réalisés avec le code Monte Carlo TRIPOLI-4®



■ Mission

L'objectif du stage est de :

- s'approprier la géométrie ROOT et les méthodes de réduction de la variance développées en interne
- mettre en œuvre de manière itérative ces différentes approches sur des cas d'études usuels
- analyser leurs performances au regard de l'existant



■ **Lieu :** LYON (69)

Durée : 5 à 6 mois

■ **Unité d'accueil :** DTIPL

Référence : 2021-7044

Auto Design de protections biologiques

■ Contexte

L'objet de la radioprotection est de protéger les personnes de la radioactivité. Il s'agit ainsi de diminuer l'exposition aux rayonnements chaque fois qu'on le peut. Les protections biologiques sont un des moyens privilégiés pour réduire les doses reçues par les opérateurs. Ces dernières sont dimensionnées sur des projets aussi variés que le démantèlement d'installations nucléaires (SuperPhenix, Phenix, Brennilis, Chooz...), les centrales en fonctionnement ou en construction (EPR), les sites de fabrication du combustible (FBFC, CERCA) ou encore pour la conception de nouvelles installations telles qu'un réacteur à neutrons rapides.

Au sein de la section neutronique, radioprotection et criticité, vous contribuerez aux projets de R&D internes sur le développement d'un outil d'auto design de protections biologiques.

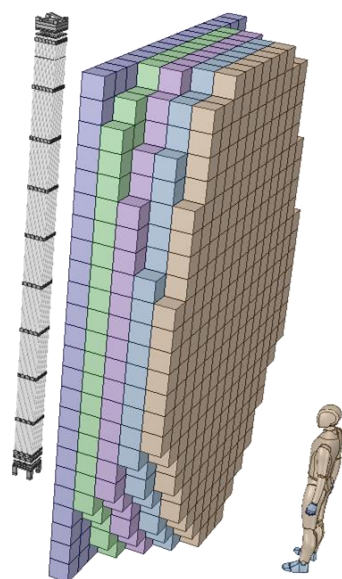
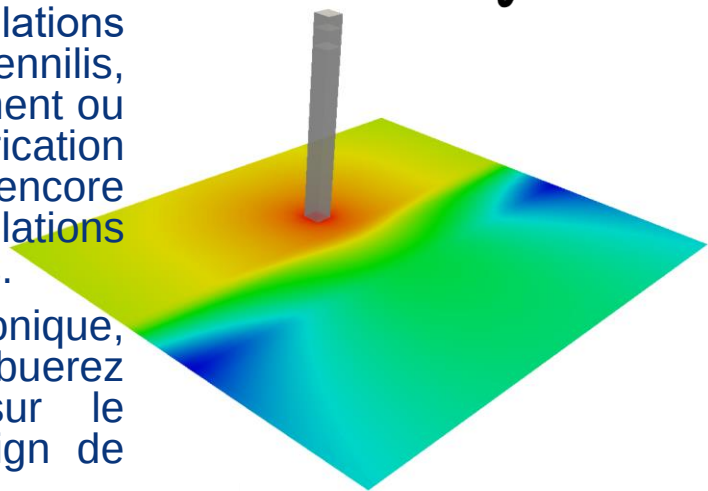
■ Mission

Très souvent, les études de simulation de Monte Carlo nécessitent une optimisation pour trouver les meilleurs matériaux et géométries permettant de réduire les doses tout en minimisant le coût et l'espace requis. Cette tâche compliquée et parfois chronophage s'appuie fortement sur l'expérience et le jugement de l'ingénieur. La mission consiste à paramétriser l'espace de phase et utiliser des techniques de machine learning (algorithmes génétiques, réseaux de neurones...) pour faciliter la recherche d'une solution optimale.

■ **Lieu :** LYON (69)

Durée : 5 à 6 mois

■ **Unité d'accueil :** DTIPLN **Référence :** 2021-6044



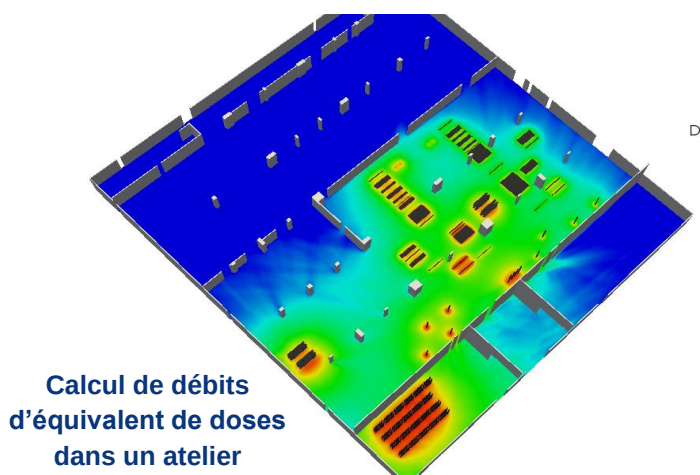
Utilitaire de calculs dosimétriques adaptés à l'exploitation : amélioration et ajouts de configurations de calcul

■ Contexte

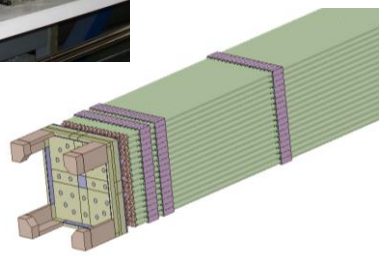
- Au sein de l'équipe métier neutronique, radioprotection et criticité, vous contribuerez aux projets de R&D internes sur l'amélioration des outils de radioprotection utilisés pour le site de Framatome Romans.
- Framatome Romans constitue l'un des principaux sites de fabrication de combustible nucléaire en Europe. Dans l'équipe métier, un utilitaire a été développé pour déterminer rapidement des débits de doses à proximité d'équipements du site.

■ Missions

- Améliorer l'utilitaire de calculs (développé sous Python)
- Ajouter de nouvelles configurations de calculs : recherches de données d'entrée, estimations de termes sources avec DARWIN, modélisation de géométries et calculs de dose avec MCNP, post-traitement et intégration des résultats à l'utilitaire



Modélisation d'un assemblage combustible



■ **Lieu :** LYON (69)

Durée : 3 à 4 mois

■ **Unité d'accueil :** DTIPL

Référence : 2021-7070

Définition de fonctions d'estimation pour l'accident d'éjection de grappe

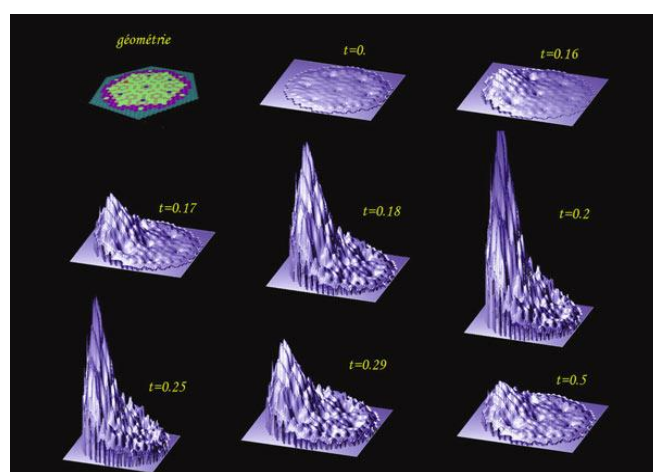
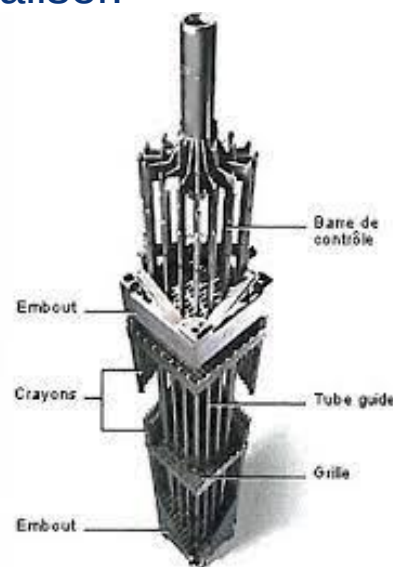
■ Contexte

Suite à la réalisation d'études d'accident d'éjection de grappe (EDG) génériques dans les rapports de sûreté, des compléments (calculs recharge) sont actuellement nécessaires pour prendre en compte les spécificités des plans de chargement réellement chargés. Ces compléments peuvent être relativement longs à réaliser.

L'objectif du stage sera donc d'utiliser des fonctions d'estimation se basant sur les données de calculs statiques pour déterminer les marges aux critères, afin de réduire le temps alloué en recharge aux calculs.

■ Mission

- Prendre en main des codes et outils spécifiques utilisés dans la modélisation ;
- Modéliser des accidents d'EDG;
- Analyser les phénomènes physiques afin de déterminer les grandeurs d'intérêts et les exploiter pour déterminer les fonctions d'estimation.



■ **Lieu :** Lyon (69)

Durée : 5 à 6 mois

■ **Unité d'accueil :** DTIPL

Référence : 2021-7018

Simulation CFD sous STAR-CCM+ dédiée à la validation élémentaire et à la dispersion atmosphérique

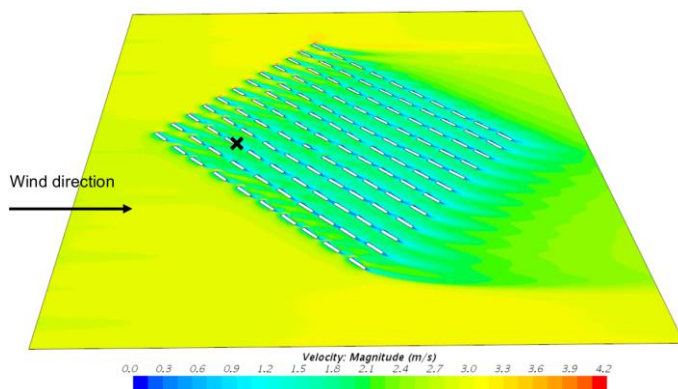
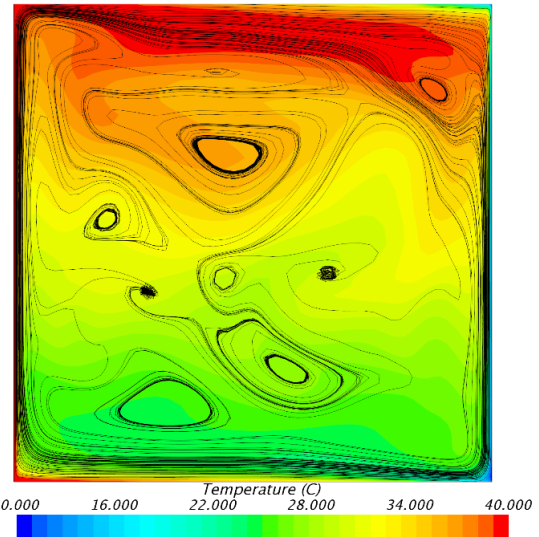
■ Contexte

Intégré(e) à l'équipe thermo-hydraulique et CFD, vous contribuerez à la validation physique élémentaire et à l'amélioration des méthodologies pour la simulation de la dispersion atmosphérique

■ Missions

Le programme de travail est le suivant:

- ◆ Réaliser la validation de STAR-CCM+ pour des phénomènes élémentaires: convection forcée, mixte, naturelle, et échanges thermiques
- ◆ Confronter les résultats numériques aux résultats d'essais
- ◆ Améliorer la méthodologie de calcul pour la simulation de la dispersion atmosphérique en mettant en œuvre des méthodes hybrides RANS/LES et du maillage adaptatif
- ◆ Echanger les résultats avec les équipes CFD de FRAMATOME



■ **Lieu :** Lyon

Durée : 6 mois

■ **Unité d'accueil :** DTIPLT-F

Référence : 2021-6986

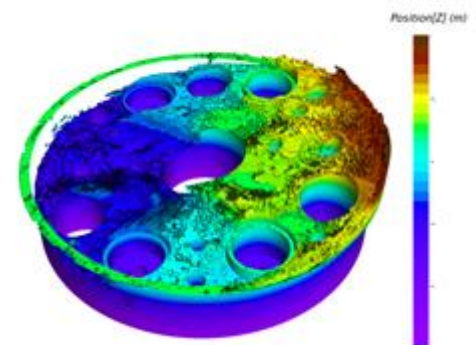
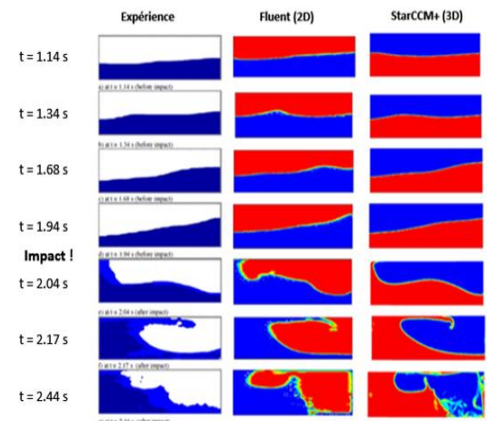
Validation du code STAR-CCM+ sur le phénomène de *sloshing*

Le phénomène de *sloshing* sous séisme

- Le *sloshing* recouvre la génération, la propagation et l'amortissement des vagues dans un réservoir ou un bassin
- Le *sloshing* consécutif à un séisme est analysé pour les bassins et réservoirs des installations nucléaires
- Une approche CFD diphasique de type VOF est proposée

Mission du stagiaire

- Approfondir la validation physique du code STAR-CCM+ sur le phénomène du *sloshing*
- Confronter les résultats STAR-CCM+ aux données expérimentales obtenues par notre partenaire Mitsubishi Heavy Industries
(Morita, H. et al., Study on the Predictive Evaluation Method of Nonlinear Sloshing Wave Crest Impact Load on the Roof of Cylindrical Tanks, ASME PVP2019-93442)



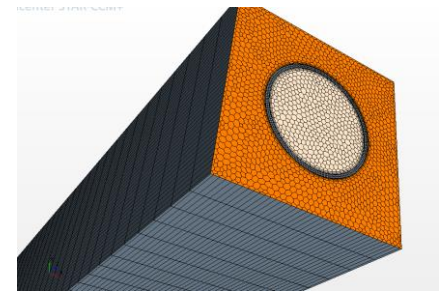
- **Lieu :** Lyon (69) **Durée :** 5 à 6 mois
- **Unité d'accueil :** DTIPL **Référence :** 2021-7017

Méthodes d'accélération des calculs thermohydrauliques CFD

■ Contexte

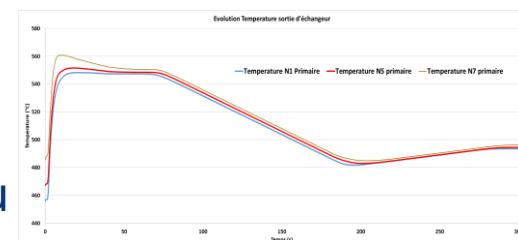
- ◆ Au sein de l'équipe thermohydraulique CFD basée à Lyon, vous contribuerez au projet de R&D concernant les méthodes d'accélération des calculs CFD. En effet, les temps et les ressources de calcul associés à ces analyses CFD peuvent être importants, rendant les calculs longs et coûteux.

Méthode d'accélération sur un échangeur



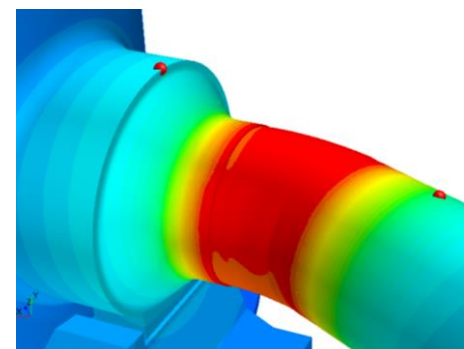
■ Missions

- ◆ S'approprier et étudier les différentes méthodes d'accélération existantes ou en cours de développement.
- ◆ Améliorer ces méthodes d'accélération sur des cas élémentaires.
- ◆ Appliquer ces méthodes à des cas d'applications donnés (thermique, aéraulique, hydraulique, thermo hydraulique, couplage) et rédiger une synthèse méthodologique.



Avec N le facteur d'accélération

Calculs CFD



Les méthodes d'accélération se basent sur la gestion du pas de temps de calculs et/ou sur la gestion de paramètres physiques/numériques.

■ Lieu : Lyon (69)

Durée : 6 mois

■ Unité d'accueil : DTIPL-F

Référence : 2021-7043

Simulation d'interaction fluide/structure

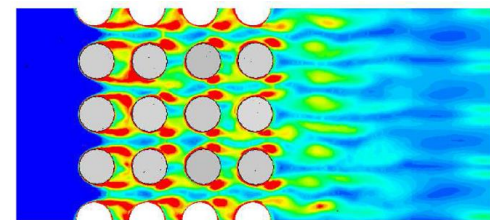
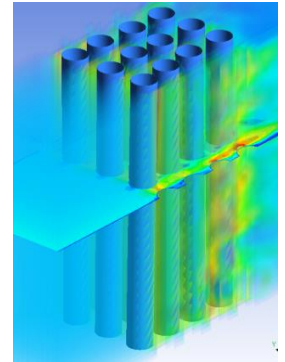
■ Contexte

- ◆ Au sein de l'équipe thermohydraulique CFD, vous contribuerez aux développements et à la mise en place industrielle de la méthodologie de simulation d'interaction fluide / structure.

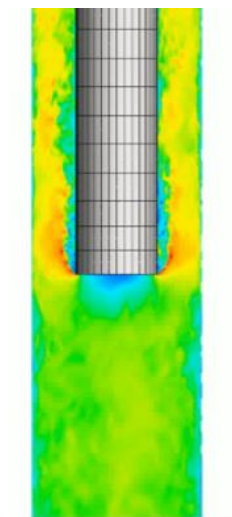
■ Missions

- ◆ S'approprier la méthodologie existante basée sur un calcul STAR-CCM+ couplant le solveur CFD et le solveur de calculs de structure.
- ◆ Modéliser des essais de vibrations sous écoulement et se comparer aux résultats d'essais (faisceaux de tubes soumis à un écoulement transverse, structure soumise à un écoulement axial ...).
- ◆ Analyser les éventuelles différences et proposer des solutions pour améliorer les outils de calcul et la méthodologie.
- ◆ Appliquer ces méthodes à des cas industriels et à la définition d'essais de validation.

Ecoulements transverses



Ecoulements axiaux



■ Lieu : Lyon (69)

Durée : 6 mois

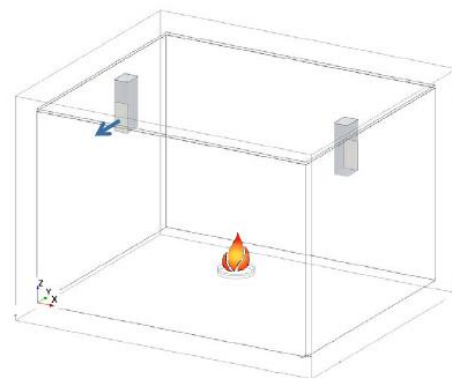
■ Unité d'accueil : DTIPL-F

Référence : 2021-7042

Développement de la modélisation des incendies conventionnels avec l'outil CFD 3D STARCCM+

■ Contexte

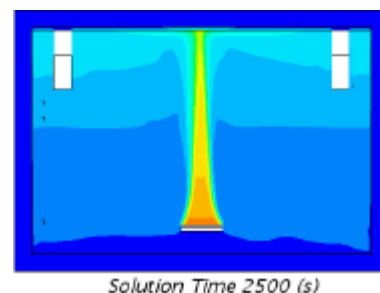
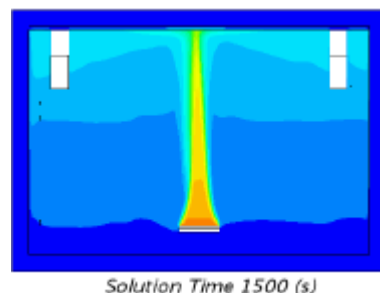
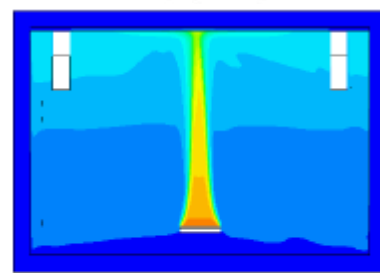
Intégré(e) au sein de l'équipe thermohydraulique, vous contribuerez à l'amélioration et à la validation de la méthodologie de calcul des conséquences d'un feu conventionnel (type hydrocarbure) à l'aide du code CFD 3D STARCCM+.



■ Mission

Le stage a pour objectifs :

- L'amélioration de la méthode existante en ajoutant la prise en compte de phénomènes physiques complexes notamment ceux liés aux aérosols produits et les échanges autour de la flamme,
- La validation de la méthode sur des cas expérimentaux,
- La réalisation d'un benchmark avec le code open source FDS sur ces cas de validation,
- La quantification d'incertitude.



■ **Lieu :** Lyon (69)

Durée : 6 mois

■ **Unité d'accueil :** DTIPL

Référence : 2021-7041

Radioprotection – contributions aux codes/outils pour les études de conception RP des projets EPR

- **Contexte** : Les études de radioprotection réalisées dans le groupe SNE/ECR d'EDVANCE évaluent l'ambiance radiologique dans les différents locaux des bâtiments afin d'étudier la mise en place des dispositions permettant la protection du personnel en exploitation ou en situation post-accidentelle, du public et des équipements radiosensibles à l'irradiation. Pour ce faire, des simulations de propagation des rayonnements sont nécessaires. Les géométries complexes rencontrées conduisent à choisir des codes de transport Monte Carlo afin de traiter le problème du transport des neutrons et photons de manière adéquate. Dans ce cadre, EDVANCE souhaite poursuivre les travaux de validation des schémas de calcul appliqués dans un souci d'enrichissement et de maîtrise du référentiel des codes et outils utilisés à la conception

- **Mission** : Au sein du service SNE d'EDVANCE (en mise à disposition par Framatome), ce stage consiste à contribuer au développement des codes/outils pour les études de conception Radioprotection des projets EPR d'EDVANCE.
Le stage a pour finalité la validation physique de certains codes de type Monte Carlo (MCNP) et la réalisation d'études de sensibilité pour les projets EPR.

- **Lieu** : Lyon **Durée** : 5 à 6 mois
- **Unité d'accueil** : DTIPL/EDV **Référence** : 2021-7072

4. DTIPR-F

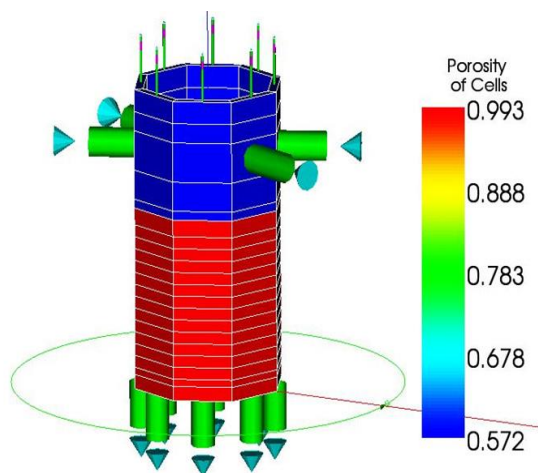
Reactor design, transient analyses
& Emergency operating procedure

Développement d'un méta-modèle pour calculs en recharge – APRP GB

- L'objectif du stage est de s'intéresser aux paramètres neutroniques dominants de l'Accident de Perte de Réfrigérant Primaire pour une brèche guillotine doublement débattue (APRP 2A) et de définir un méta-modèle pour utilisation en recharge.
- Il s'agit de perturber chaque paramètre pour évaluer l'impact sur les critères les plus limitatifs (pic de température de gaine, l'oxydation, pourcentage de crayons cassés)

■ Missions :

- Appropriation du code Cathare et de l'accident d'APRP GB
- Constitution d'une base de calculs
- Exploitation des résultats
- Définition d'une base d'apprentissage et de corrélations
- Confrontation avec des cas de référence



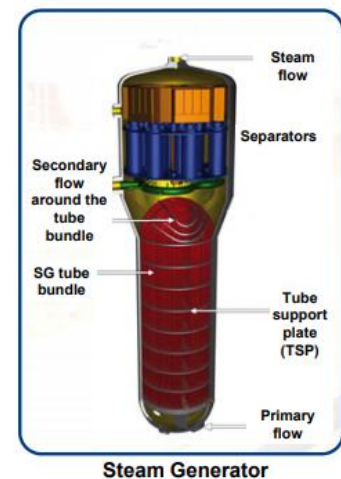
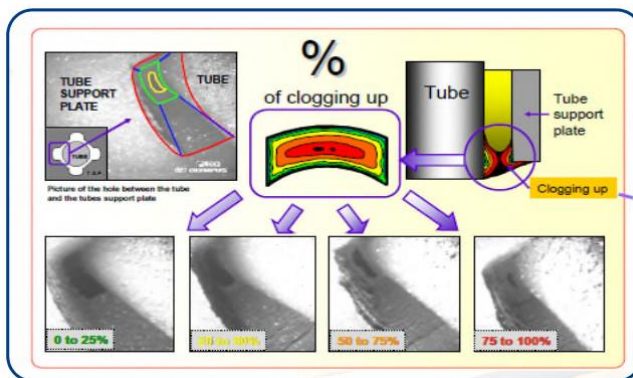
- **Lieu :** Paris La Défense (92) **Durée :** 6 mois
- **Unité d'accueil :** DTIPR **Référence :** 2021-6996

11/11/2019

Colmatage des plaques entretoises des Générateurs de vapeur – Etudes de sensibilités croisées

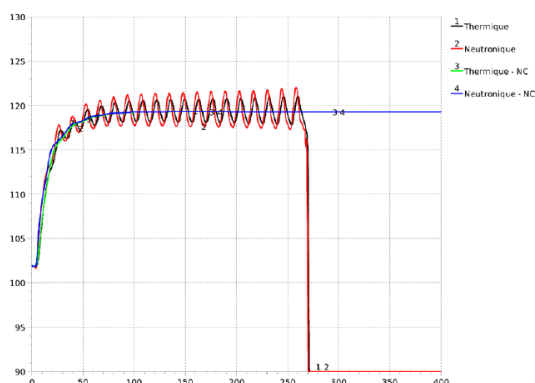
■ Contexte

- ◆ Analyse du phénomène de colmatage des plaques entretoises des générateurs de vapeur, observé sur site



■ Missions

- ◆ Etude de l'influence croisée de plusieurs paramètres sur les effets du colmatage en cas d'accident de rupture de tuyauterie vapeur
- ◆ Identification du jeu de conditions permettant de basculer d'un effet positif à un effet négatif



■ Outils

- ◆ Simulations de transitoires avec le code de thermo-hydraulique MANTA

■ Lieu : LTA

Durée : 6 mois

■ Unité d'accueil : DTIPRA-F Référence : 2021-6983

Efforts hydrodynamiques APRP

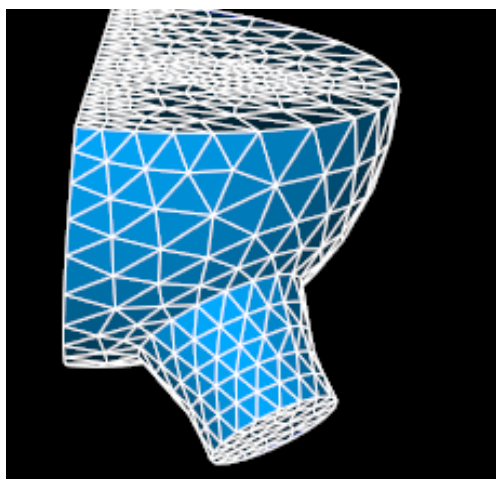
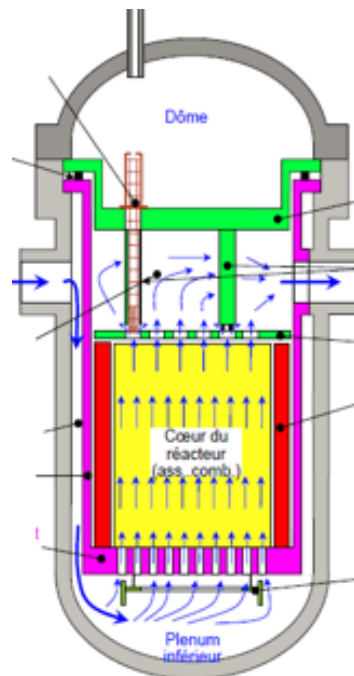
Analyse d'influence des paramètres avec EUROPLEXUS

■ Contexte

- ◆ Evolution de la chaîne de calcul des sollicitations thermohydrauliques des équipements internes de cuve en cas d'accident de perte de réfrigérant primaire

■ Missions

- ◆ Identification des paramètres accessibles avec le code EUROPLEXUS qui influencent les efforts hydrauliques sur la cuve et les internes de cuve et hiérarchisation de leur importance
- ◆ Contribution au perfectionnement de la connaissance du code EUROPLEXUS



■ Outils

- ◆ Modification de géométrie et de maillage avec l'outil SALOME
- ◆ Simulations de transitoires avec le code EUROPLEXUS

■ Lieu : LTA

Durée : 6 mois

■ Unité d'accueil : DTIPRA-F Référence : 2021-6982

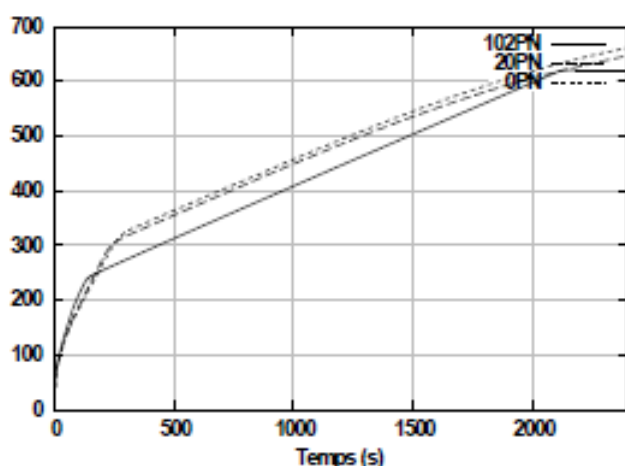
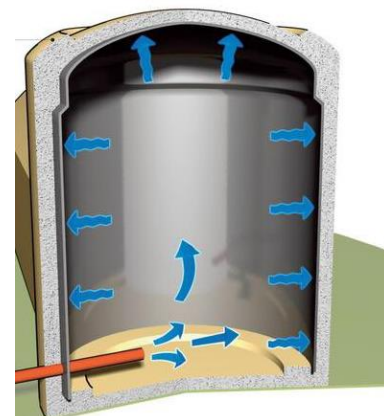
Masses et Energies Libérées en RTV – Analyse du phénomène de bulle dans les boucles primaires

■ Contexte

- ◆ Etudes de dimensionnement de l'enceinte de confinement des réacteurs 900 MWe

■ Missions

- ◆ Analyse d'un phénomène physique de rétention d'énergie dans une boucle primaire
- ◆ Identification des paramètres influençant l'apparition et la disparition de ce phénomène et détermination d'une méthode de pénalisation de son influence sur les études de dimensionnement de l'enceinte.



■ Outils

- ◆ Simulations de transitoires avec le code de thermo-hydraulique MANTA

■ Lieu : LTA

Durée : 3 mois

■ Unité d'accueil : DTIPRA-F Référence : 2021-7035

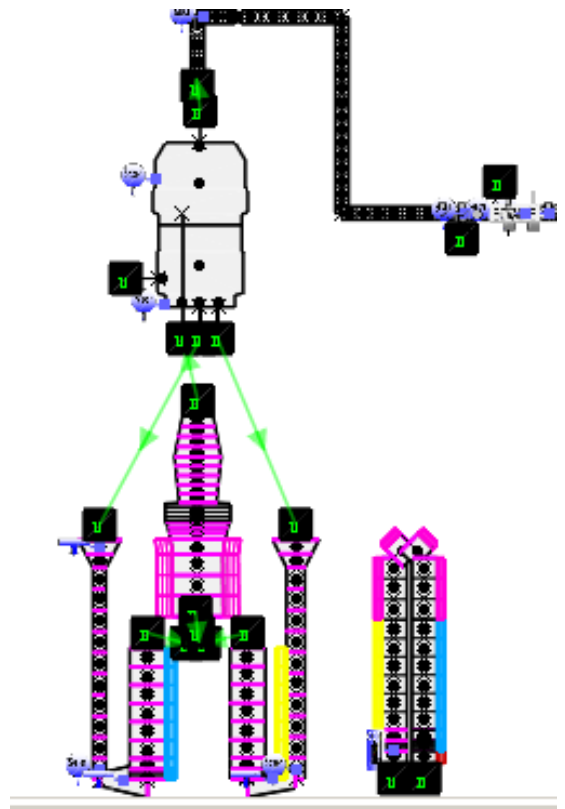
Analyse de sensibilité pour le développement d'une nouvelle méthode pour le transitoire de MFEAN

■ Missions

- ◆ Analyse de sensibilité sur le transitoire de MFEAN avec le code CATHARE
- ◆ Identification des phénomènes dominants
- ◆ Mise en œuvre d'une approche innovante pour la prise en compte des incertitudes
- ◆ Compréhension des phénomènes liés à l'architecture GV

■ Objectifs du stage

- ◆ Appropriation
 - Physique du transitoire de MFEAN
 - Code CATHARE
- ◆ Analyse de sensibilité
 - Mises en œuvre d'outils d'analyse de données (cobweb, HSIC...)
- ◆ Rédaction d'une note de synthèse



■ **Lieu :** La Défense (92)

Durée : 6 mois

■ **Unité d'accueil :** DTIPR-F

Référence : 2021-7033

Programmation des règles de conduite opérateur du palier N4 pour réalisation de calculs avec CATHARE

■ Mission :

- ◆ Programmation des règles de conduite opérateur de l'Approche Par Etat (APE) du palier N4 en vue de la réalisation de transitoires accidentels avec le code thermohydraulique CATHARE

■ Objectif du stage :

- ◆ Appropriation :

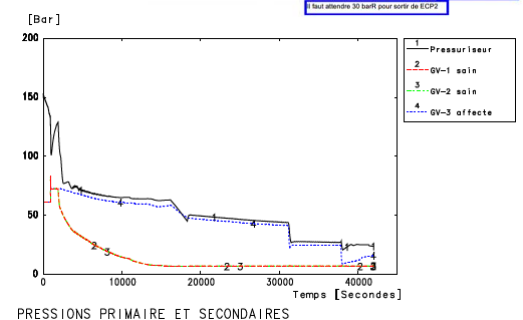
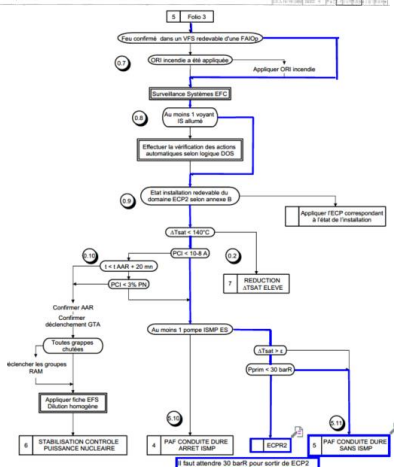
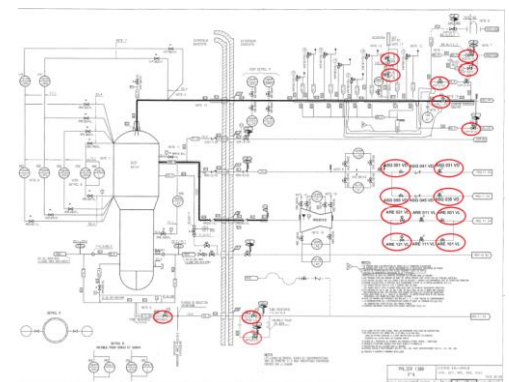
- Systèmes fluides
- Conduite Incidentelle/Accidentelle (CIA)
- Code thermohydraulique CATHARE

- ◆ Programmation :

- Règles de conduite APE en fortran 77
- Jeu de données interface CATHARE

- ◆ Validation :

- Accident par Perte de Réfrigérant Primaire (APRP)
- Rupture Tuyauterie Vapeur (RTV)



■ Lieu : Paris La Défense

Durée : 6 mois

■ Unité d'accueil : DTIPRO Référence : 2021-6959

Analyse de sensibilité sur la chaîne de refroidissement EPR

■ Missions

- ◆ Analyse de sensibilité sur le transitoire de perte d'un système de refroidissement du circuit primaire
- ◆ Identification des phénomènes dominants
- ◆ Mise en œuvre d'une approche innovante pour la prise en compte des incertitudes
- ◆ Compréhension des phénomènes liées à l'architecture des échangeurs

■ Objectifs du stage

- ◆ Appropriation
 - Physique du transitoire perte de la source froide
 - Code CATHARE
- ◆ Analyse de sensibilité
 - Mises en œuvre d'outils d'analyse de données (cobweb, HSIC...)
- ◆ Rédaction d'une note de synthèse

■ **Lieu :** La Défense (92) **Durée :** 6 mois

■ **Unité d'accueil :** DTIPR-F **Référence :** 2021-7102

Modélisation sous Python d'études accidentelles en état d'arrêt

■ Missions

- ◆ Sur la base du modèle existant, élargissement des cas d'études accidentelles en état d'arrêt
- ◆ Application aux autres réacteurs EPR
- ◆ Mise à jour de l'Interface Homme-Machine existant (IHM) pour les études thermo hydrauliques réalisées.

■ Objectifs du stage

- ◆ Appropriation
 - Etudes thermohydrauliques
 - Systèmes auxiliaires (échangeurs de chaleur, pompes...)
 - Conduite du réacteur en situation Incidentelle/Accidentelle (CIA)
 - Modélisation numérique (Python)
- ◆ Programmation
 - Modélisation sous Python 3
- ◆ Réalisation d'études d'accident
 - Accident par Perte de Réfrigérant Primaire (APRP)

■ **Lieu :** La Défense (92) **Durée :** 6 mois

■ **Unité d'accueil :** DTIPR-F **Référence :** 2021-7103

Programmation des règles de conduite opérateur de l'EPR Flamanville

■ Mission :

- ◆ Programmation des règles de conduite opérateur de l'Approche Par Etat (APE) de l'EPR Flamanville en vue de la réalisation de transitoires accidentels avec le code thermohydraulique CATHARE

■ Objectif du stage :

- ◆ Appropriation :

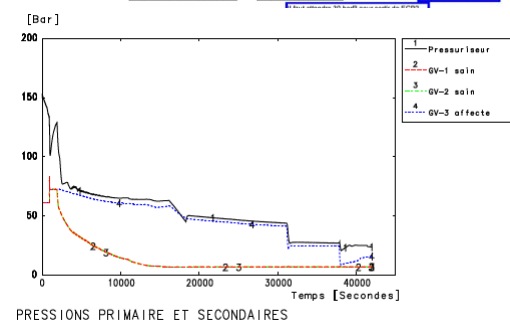
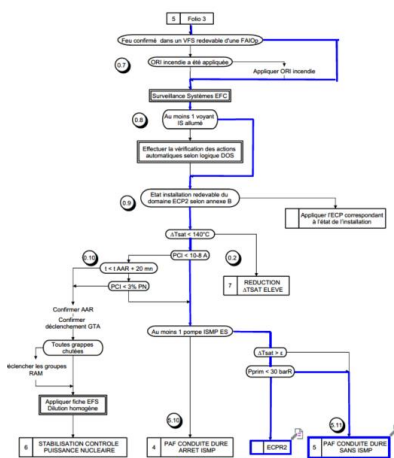
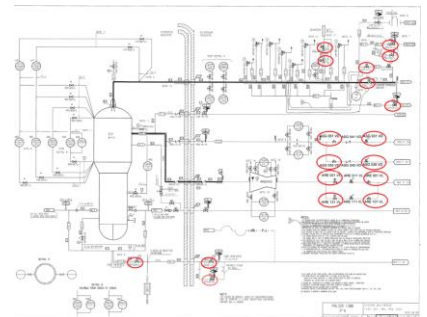
- Systèmes fluides
- Conduite Incidentelle/Accidentelle (CIA)
- Code thermohydraulique CATHARE

- ◆ Programmation :

- Règles de conduite APE
- Jeu de données interface CATHARE

- ◆ Validation :

- Accident par Perte de Réfrigérant Primaire (APRP)
- Rupture d'un Tube de Générateur de Vapeur (RTGV)



■ Lieu : Paris La Défense

Durée : 6 mois

■ Unité d'accueil : DTIPRF

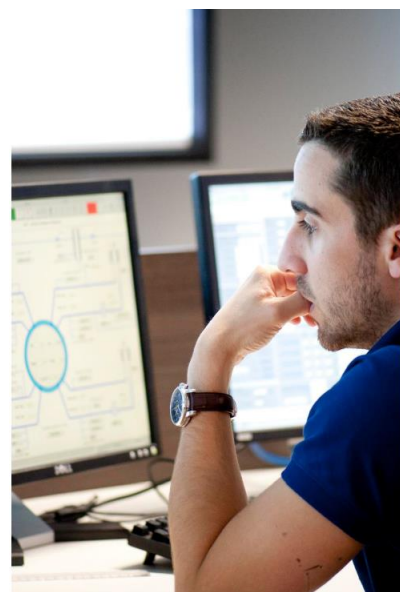
Référence : 2021-7101

Pérennisation des connaissances sur les principes de Conduite Incidentelle Accidentelle (CIA)

■ Mission:

Au sein de l'équipe Conduite Incidentelle Accidentelle pour l'EPR Hinkley Point C (HPC), vous contribuerez à l'activité de formation proposée aux collaborateurs souhaitant acquérir des connaissances sur la CIA. Vous adapterez les supports de formation en y intégrant les spécificités de l'EPR HPC et les améliorerez en tenant compte du retour d'expérience des formations précédentes.

Vous aurez également l'opportunité de participer aux activités de capitalisation des connaissances et de validation de la documentation de conduite sur simulateur.



■ Profil recherché:

- Etudiant(e) BAC +5 en école d'ingénieurs (stage de 3^{ème} année) en recherche d'un stage d'une durée de 6 mois.
- Rigueur, autonomie, organisation, bon niveau d'anglais écrit.

■ **Lieu :** Montrouge (92)

Durée : 6 mois

■ **Unité d'accueil :** DTIPR

Référence : 2021-7105

Toute reproduction, modification, transmission à tout tiers ou publication totale ou partielle du document et/ou de son contenu est interdite sans l'accord préalable et écrit de Framatome.

Ce document et toute information qu'il contient ne doivent en aucun cas être utilisés à d'autres fins que celles pour lesquelles ils ont été communiqués. Tout acte de contrefaçon ou tout manquement aux obligations ci-dessus est passible de poursuites judiciaires.