

## SERVICE DE SIMULATION EN THERMOHYDRAULIQUE STAGES PROPOSES EN 2006

| <b>ECOULEMENTS MONOPHASIQUES</b>   |       |                 |  |
|--|-------|-----------------|--|
| SUJET  | LABO. | Responsable     | Tél. et E-mail   |
| <p><b>Qualification physique du code CATHARE appliqué aux réacteurs nucléaires refroidis au gaz</b><br/> <i>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs ou Master2</i><br/> <i>Durée du stage : 4 à 6 mois</i></p>   | LDAS  | BENTIVOGLIO F.  | 04 38 78 30 77<br><a href="mailto:fabrice.bentivoglio@cea.fr">fabrice.bentivoglio@cea.fr</a> |
| <p><b>Etude de sûreté du réacteur expérimental REDT à l'aide du logiciel CATHARE.</b><br/> <i>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs</i><br/> <i>Durée du stage : 6 mois</i></p>  | LDAS  | DOR Isabelle    | 04 38 78 59 70<br><a href="mailto:Isabelle.dor@cea.fr">Isabelle.dor@cea.fr</a>               |
| <p><b>Etude de transitoires accidentels d'un réacteur nucléaire à caloporteur gaz 4<sup>ème</sup> génération à l'aide du logiciel CATHARE.</b><br/> <i>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs</i><br/> <i>Durée du stage : 6 mois</i></p>   | LDAS  | MESSIE A.       | 04 38 78 45 23<br><a href="mailto:Anne.messie@cea.fr">Anne.messie@cea.fr</a>                 |
| <p><b>Etude numérique de la thermohydraulique fine d'un assemblage combustible d'un réacteur à gaz.</b><br/> <i>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs ou Master2 ou DESS</i><br/> <i>Durée du stage : 5 à 6 mois</i></p>   | LIEX  | BERTHOUX Marc   | 04 38 78 56 76<br><a href="mailto:marc.berthoux@cea.fr">marc.berthoux@cea.fr</a>             |
| <p><b>Conception et dimensionnement en similitude d'une petite boucle système représentative du fonctionnement d'un réacteur à caloporteur gaz (modélisation et simulation numérique).</b><br/> <i>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs</i><br/> <i>Durée du stage : 6 mois</i></p> | LIEX  | SAEZ Manuel     | 04 38 78 30 87<br><a href="mailto:manuel.saez@cea.fr">manuel.saez@cea.fr</a>                 |
| <p><b>Simulation physico-numérique d'écoulements en sodium dans des conditions de stratification et /ou de mélange</b><br/> <i>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs, ou Master2 ou DESS</i><br/> <i>Durée du stage : 4 à 6 mois</i></p>   | LMDL  | BARTHEL Valérie | 04 38 78 48 72<br><a href="mailto:Valerie.barthel@cea.fr">Valerie.barthel@cea.fr</a>         |

DEN/DER/SSTH

CEA-Grenoble - 17, rue des Martyrs - F - 38054 GRENOBLE Cedex 9  
 FAX : 04 38 78 57 28 - E-mail : [bernard.faydide@cea.fr](mailto:bernard.faydide@cea.fr)

|   |      |                  |  |
|---|------|------------------|--|
| <p>Validation d'une chaîne de calcul de mécanique des fluides : CAO/Mailleur/Code de calcul Trio_U. Application à la modélisation 3D d'une boucle d'évacuation de puissance résiduelle dans un réacteur à caloporteur gaz..</p> <p>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs, DESS<br/>         Durée du stage : 4 à 6 mois</p> | LMDL | CIONI Olivier    | 04.38.78.33.23<br><a href="mailto:olivier.cioni@cea.fr">olivier.cioni@cea.fr</a>       |
| <p>Mise en œuvre de lois de paroi de nouvelle génération pour des simulations d'écoulements turbulents.</p> <p>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs, Master2 ou DESS<br/>         Durée du stage : 4 à 6 mois</p>  | LMDL | CIONI Olivier    | 04.38.78.33.23<br><a href="mailto:olivier.cioni@cea.fr">olivier.cioni@cea.fr</a>       |
| <p>Couplage du code de thermohydraulique Trio_U avec un outil de raffinement de maillage et mise en œuvre sur des applications stationnaires.</p> <p>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs, Master2 ou DESS<br/>         Durée du stage : 4 à 6 mois</p>  | LMDL | CIONI Olivier    | 04.38.78.33.23<br><a href="mailto:olivier.cioni@cea.fr">olivier.cioni@cea.fr</a>       |
| <p>Simulation numérique d'écoulements turbulents à l'interface entre un milieu libre et un milieu poreux</p> <p>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs, Master2<br/>         Durée du stage : 4 à 6 mois</p>   | LMDL | FAUCHET Gauthier | 04 38 78 43 75<br><a href="mailto:gauthier.fauchet@cea.fr">gauthier.fauchet@cea.fr</a> |
| <p>Etude d'opportunité d'un couplage thermohydraulique-neutronique dans le cas du RNR-G</p> <p>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs ou Master2<br/>         Durée du stage : 4 à 6 mois</p>  | LMDL | PERDU Fabien     | 04.38.78.93.59<br><a href="mailto:fabien.perdu@cea.fr">fabien.perdu@cea.fr</a>         |
| <p>Simulation numérique de phénomènes de convection mixte avec le logiciel TRIO_U</p> <p>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs, Master2 ou DESS<br/>         Durée du stage : 6 mois</p>  | LMDL | VANDROUX Simone  | 04 38 78 54 88<br><a href="mailto:simone.vandroux@cea.fr">simone.vandroux@cea.fr</a>   |

DEN/DER/SSTH

CEA-Grenoble - 17, rue des Martyrs - F - 38054 GRENOBLE Cedex 9  
 FAX : 04 38 78 57 28 - E-mail : [bernard.faydide@cea.fr](mailto:bernard.faydide@cea.fr)

## ECOULEMENTS DIPHASIQUES

| SUJET  | LABO. | Responsable     | Tél. et E-mail   |
|--|-------|-----------------|--|
| <p><b>Etude et amélioration de calculs d'écoulements diphasiques d'hydrogène (subcritique et supercritique) avec le code de thermohydraulique CATHARE.</b></p> <p><i>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs, DESS</i><br/><i>Durée du stage : 4 à 6 mois</i></p>  | LDAS  | KADRI Dominique | 04.38.78.56.03<br><a href="mailto:dominique.kadri@cea.fr">dominique.kadri@cea.fr</a>     |
| <p><b>Prototypage d'une IHM graphique pour les structures du module 3D des projets CATHARE ou NEPTUNE-Système</b></p> <p><i>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs, DESS</i><br/><i>Durée du stage : 6 mois (stage adapté à un travail en binôme)</i></p>   | LDAS  | PARENT Marc     | 04.38.78.44.82<br><a href="mailto:marc.parent@cea.fr">marc.parent@cea.fr</a>             |
| <p><b>Développement d'outils et méthodes CATHARE pour l'inclinaison des chaudières PN.</b></p> <p><i>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs, DESS</i><br/><i>Durée du stage : 4 à 6 mois</i></p>  | LDAS  | PARENT Marc     | 04.38.78.44.82<br><a href="mailto:marc.parent@cea.fr">marc.parent@cea.fr</a>             |
| <p><b>Etude de schémas numériques non diffusifs pour le transport de bore dans CATHARE.</b></p> <p><i>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs, DESS</i><br/><i>Durée du stage : 4 à 6 mois</i></p>   | LDAS  | PARENT Marc     | 04.38.78.44.82<br><a href="mailto:marc.parent@cea.fr">marc.parent@cea.fr</a>             |
| <p><b>Validation du code CATHARE pour des applications liées aux réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium calculs de transitoires sur reacteur SMFR, comparaison au code OASIS</b></p> <p><i>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs ou Master2</i><br/><i>Durée du stage : 4 à 6 mois</i></p>                         | LDAS  | RAMEAU Brigitte | 04 37 78 59 95<br><a href="mailto:brigitte.rameau@cea.fr">brigitte.rameau@cea.fr</a>     |
| <p><b>Qualification du logiciel CATHARE sur les essais SULTAN-RJH dans le cadre du projet HORUS3D - Qualification des outils de calculs pour le réacteur Jules Horowitz (RJH) expérimental.</b></p> <p><i>Niveau : 2<sup>ème</sup> ou 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs ou Master2</i><br/><i>Durée du stage : 4 à 6 mois</i></p> | LIEX  | NOEL Brigitte   | 04 38 78 42 32<br><a href="mailto:NOELBr@chartreuse.cea.fr">NOELBr@chartreuse.cea.fr</a> |
| <p><b>Projet NEPTUNE, Modèle de RENOVAGE, Solveur thermique 2D, Couplages</b></p> <p><i>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs, Master2</i><br/><i>Durée du stage : 6 à 12 mois</i></p>   | LMDL  | BOUDIER Pascal  | 04.38.78.56 50<br><a href="mailto:pascal.boudier@cea.fr">pascal.boudier@cea.fr</a>       |
| <p><b>Analyse d'une expérience eau-vapeur représentant une situation accidentelle dans un REP.</b></p> <p><i>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs, Master2</i><br/><i>Durée du stage : 4 à 6 mois</i></p>   | LMDL  | COSTE Pierre    | 04 38 78 53 63<br><a href="mailto:pierre.coste@cea.fr">pierre.coste@cea.fr</a>           |

DEN/DER/SSTH

CEA-Grenoble - 17, rue des Martyrs - F - 38054 GRENOBLE Cedex 9  
FAX : 04 38 78 57 28 - E-mail : [bernard.faydide@cea.fr](mailto:bernard.faydide@cea.fr)

|   |             |                                     |  |
|---|-------------|-------------------------------------|--|
| <p><b>Analyse avec simulation multi-D d'expériences de poches de Taylor.</b><br/>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs, Master2<br/>Durée du stage : 4 à 6 mois</p>   | LMDL        | COSTE Pierre                        | 04 38 78 53 63<br><a href="mailto:pierre.coste@cea.fr">pierre.coste@cea.fr</a>   |
| <p><b>Mise au point et validation d'un modèle d'autovaporisation turbulente dans le code système Cathare/Neptune.</b><br/>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs ou Master2<br/>Durée du stage 5 à 6 mois</p>                          | LMDL / LDAS | DOR Isabelle<br><br>SERRE Guillaume | 04.38.78.59 70<br><a href="mailto:isabelle.dor@cea.fr">isabelle.dor@cea.fr</a><br><br>04.38.78.53 59<br><a href="mailto:gserre@cea.fr">gserre@cea.fr</a> |
| <p><b>Etude de l'étalement d'une tache sèche en ébullition pariétale à fort flux par simulation numérique directe</b><br/>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs ou Master2<br/>Durée du stage : 4 à 6 mois</p>                        | LMDL        | JAMET Didier                        | 04.38.78.45.42<br><a href="mailto:didier.jamet@cea.fr">didier.jamet@cea.fr</a>   |
| <p><b>Simulation numérique directe de la montée de bulles dans un liquide stagnant</b><br/>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs ou Master2<br/>Durée du stage : 4 à 6 mois</p>   | LMDL        | JAMET Didier                        | 04.38.78.45.42<br><a href="mailto:didier.jamet@cea.fr">didier.jamet@cea.fr</a>   |
| <p><b>Etude des mécanismes d'interaction de bulles injectées dans un liquide stagnant par simulation numérique directe</b><br/>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs ou Master2<br/>Durée du stage : 4 à 6 mois</p>                   | LMDL        | JAMET Didier                        | 04.38.78.45.42<br><a href="mailto:didier.jamet@cea.fr">didier.jamet@cea.fr</a>   |
| <p><b>Etude numérique et physique de conditions aux limites de type paroi solide réalisée au moyen d'interfaces immergées</b><br/>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieur ou Master2<br/>Durée du stage : 4 à 6 mois</p>                 | LMDL        | LEBAIGUE Olivier                    | 04.38.78.36 70<br><a href="mailto:olivier.lebaigue@cea.fr">olivier.lebaigue@cea.fr</a>   |
| <p><b>Validation de la prise en compte du changement de phase et étude de l'interaction entre plusieurs sites d'ébullition en paroi</b><br/>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieur ou Master2<br/>Durée du stage : 4 à 6 mois</p>       | LMDL        | LEBAIGUE Olivier                    | 04.38.78.36 70<br><a href="mailto:olivier.lebaigue@cea.fr">olivier.lebaigue@cea.fr</a>   |
| <p><b>Introduction de l'anisotropie transverse des phénomènes de diffusion à une interface liquide-vapeur dans une simulation de type DNS</b><br/>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieur ou Master2<br/>Durée du stage : 4 à 6 mois</p> | LMDL        | LEBAIGUE Olivier                    | 04.38.78.36 70<br><a href="mailto:olivier.lebaigue@cea.fr">olivier.lebaigue@cea.fr</a>   |

DEN/DER/SSTH

CEA-Grenoble - 17, rue des Martyrs - F - 38054 GRENOBLE Cedex 9  
FAX : 04 38 78 57 28 - E-mail : [bernard.faydide@cea.fr](mailto:bernard.faydide@cea.fr)

|  |      |                  |  |
|--|------|------------------|--|
| <p><b>Développement d'un modèle physique et numérique de dépôt de film liquide lors du démouillage rapide d'une paroi chauffée.</b></p> <p><i>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieur ou Master2</i><br/><i>Durée du stage : 4 à 6 mois</i></p>   | LMDL | LEBAIGUE Olivier | 04.38.78.36 70<br><a href="mailto:olivier.lebaigue@cea.fr">olivier.lebaigue@cea.fr</a> |
| <p><b>Optimisation du filtrage spatial des interfaces pour la simulation numérique directe diphasique</b></p> <p><i>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs ou Master2</i><br/><i>Durée du stage : 4 à 6 mois</i></p>  | LMDL | MATHIEU Benoît   | 04.38.78.45.42<br><a href="mailto:benoit.mathieu@cea.fr">benoit.mathieu@cea.fr</a>     |
| <p><b>Calculs d'écoulements stratifiés eau/air à l'aide du logiciel NEPTUNE</b></p> <p><i>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs ou Master2</i><br/><i>Durée du stage : 5 à 6 mois</i></p>  | LMDL | MOREL Christophe | 04.38.78.92.27<br><a href="mailto:christophe.morel@cea.fr">christophe.morel@cea.fr</a> |
| <p><b>Ascension et ébullition d'une goutte de liquide volatile dans un liquide plus lourd : application aux accidents graves de réacteurs nucléaires refroidis au sodium</b></p> <p><i>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs ou Master2 ou DESS</i><br/><i>Durée du stage : 3 à 6 mois</i></p> | LMDL | PIGNY Sylvain    | 04.38.78.55.06<br><a href="mailto:sylvain.pigny@cea.fr">sylvain.pigny@cea.fr</a>       |
| <p><b>Validation du module 3D local du code diphasique Neptune, par le calcul de cas de benchmarks académiques ou non</b></p> <p><i>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs</i><br/><i>Durée du stage : 3 à 6 mois</i></p>   | LMDL | PIGNY Sylvain    | 04.38.78.55.06<br><a href="mailto:sylvain.pigny@cea.fr">sylvain.pigny@cea.fr</a>       |
| <p><b>Validation des modèles de turbulence et de transport d'aire interfaciale du code Cathare/Neptune sur l'expérience RBHT.</b></p> <p><i>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs</i><br/><i>Durée du stage : 5 à 6 mois</i></p>   | LMDL | SERRE Guillaume  | 04.38.78.53 59<br><a href="mailto:gserre@cea.fr">gserre@cea.fr</a>                     |

## EXPERIMENTATION & INSTRUMENTATION

| SUJET  | LABO. | Responsable     | Tél. et E-mail   |
|--|-------|-----------------|--|
| <p>Etude expérimentale de la stratification d'un écoulement diphasique à bulles.</p> <p><i>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs ou Master2 ou DESS</i></p> <p><i>Durée du stage : 3 à 6 mois</i></p>  | LIEX  | MARCHAND Muriel | 04 38 78 33 02<br><a href="mailto:muriel.marchand@cea.fr">muriel.marchand@cea.fr</a> |
| <p>Analyse détaillée du fonctionnement et de la réponse d'un capteur à fils pour la mesure du taux de vide local dans une section de conduite</p> <p><i>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs ou Master2 ou DESS</i></p> <p><i>Durée du stage : 3 à 6 mois</i></p>                   | LIEX  | LEMONNIER Hervé | 04 38 78 45 40<br><a href="mailto:herve.lemonnier@cea.fr">herve.lemonnier@cea.fr</a> |
| <p>Utilisation de la technique de Résonance Magnétique Nucléaire (RMN) pour caractériser les fluctuations de vitesse liquide au sein d'un écoulement diphasique</p> <p><i>Niveau : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs ou Master2 ou DESS</i></p> <p><i>Durée du stage : 3 à 6 mois</i></p> | LIEX  | LEMONNIER Hervé | 04 38 78 45 40<br><a href="mailto:herve.lemonnier@cea.fr">herve.lemonnier@cea.fr</a> |

DEN/DER/SSTH

CEA-Grenoble - 17, rue des Martyrs - F - 38054 GRENOBLE Cedex 9  
FAX : 04 38 78 57 28 - E-mail : [bernard.faydide@cea.fr](mailto:bernard.faydide@cea.fr)



## Proposition de Stage ingénieur 2006

### Sujet :

**Etude de transitoires accidentels d'un réacteur nucléaire à caloporteur gaz 4ème génération à l'aide du logiciel CATHARE.**

Laboratoire : CEA Grenoble  
SSTH/LDAS

Lieu : Grenoble

Encadrement : Anne Messie

Durée : 6 mois.

Profil et Niveau : Elève ingénieur.  
Pratique de l'allemand souhaité  
Connaissance en Turbo-machine requise

### **Contexte**

De nouveaux concepts de réacteurs nucléaires à caloporteur gaz sont actuellement à l'étude au niveau international. Il s'agit de développer des systèmes de production d'énergie nucléaire qui soient compétitifs au plan économique et porteurs de progrès en matière de sûreté, de production de déchets, d'utilisation des ressources naturelles et de résistance aux risques de prolifération.

### **Descriptif du stage**

Deux aspects seront abordés dans ce stage :

- une étude bibliographique sur les turbomachines de grande taille (~1/4 du stage).

La faisabilité d'un réacteur à caloporteur gaz à neutrons rapides de 2400MWth est actuellement en étude au CEA. La conversion d'énergie d'un tel réacteur peut se faire via une seule boucle ou via plusieurs unités (option multi-boucles). Dans les années 70, pour des puissances unitaires comparables (1000 MWe), des choix différents ont été faits par General Atomics (4 boucles de 250 MWe) et les allemands de HRB (un seul groupe unique de 1000 MWe). L'idée de cette étude bibliographique est de s'approprier cette réflexion sur les machines de grande taille pour bien assimiler les choix mono boucle - multi boucles.

- Etudes de sûreté

Le stagiaire devra démarrer des études de sûreté sur ce nouveau concept de réacteur à gaz de 2400MWth . Pour ce travail le code de calcul utilisé est le code de sûreté de référence CATHARE qui est un outil d'analyse de fonctionnement pouvant traiter des régimes permanents, des transitoires de fonctionnement (démarrages, arrêt) et accidentel.

Il s'agira de mettre au point la modélisation et de simuler différentes situations accidentelles à définir.

Le but du stage est de donner des éléments de jugement pour l'évaluation de ce réacteur et d'identifier les zones ou les composants soumis à de fortes contraintes thermiques ou mécaniques.

Le stagiaire rejoindra une équipe constituée de 6 à 7 personnes du service de thermohydraulique (SSTH)

### **Contact au CEA**

**Anne Messié**  
CEA Grenoble – DER/SSTH/LDAS  
17, rue des martyrs  
38054 Grenoble Cedex 9  
Tél : 04 38 78 45 23  
Fax : 04 38 78 94 53  
[Anne.messie@cea.fr](mailto:Anne.messie@cea.fr)



Centre : Grenoble

Pôle ou Direction : DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LDAS

### Encadrement

|                                  |  |        |                |
|----------------------------------|--|--------|----------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : | <b>Dominique Kadri</b>   | Tél. : | 04 38 78 56 03 |
| E-mail :                         | <a href="mailto:dominique.kadri@cea.fr">dominique.kadri@cea.fr</a> | Fax :  | 04 38 78 94 53 |
| Secrétariat :                    | Joelle Mailland  | Tél. : | 04 38 78 35 93 |
| Nom du chef de laboratoire :     | Martine FARVACQUE  | Tél. : | 04 38 78 50 43 |

### Sujet confié au stagiaire

**Etude et amélioration de calculs d'écoulements diphasiques d'hydrogène (subcritique et supercritique) avec le code de thermohydraulique CATHARE.**

### Contexte du sujet : programme, manip, recherche ...

Dans le cadre d'une application dans le domaine spatial, l'hydrogène a été introduit dans le code de thermohydraulique CATHARE dans le but de réaliser des calculs de simulation des moteurs d'Ariane.

### objectifs du stage

Le sujet du stage porte sur la modélisation de la thermohydraulique diphasique de circuit d'hydrogène (subcritique et supercritique) de moteur de fusée.  
L'objet de ce stage est de réaliser les calculs d'une série de tests, de faire l'analyse des résultats et de proposer des améliorations.  
Ce sujet est très complet pour un élève ingénieur qui travaillera ainsi à la fois : à l'utilisation d'un code de calcul, à l'analyse physique et à la programmation.

Domaines de spécialité requis :

**Mettre un ordre de priorité dans la liste des spécialités jointe.**

Thermohydraulique (EE)

Moyens informatiques mis en œuvre

Langages : Fortran \_\_\_\_\_  
Logiciels : CATHARE \_\_\_\_\_

Autres moyens mis en œuvre (expériences, méthodes d'analyses, autres...)

Formation souhaitée (niveau) :

Durée du stage :

Niveau d'habilitation requis (voir Remarques →)

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Accès Sensible | <input type="checkbox"/> Garantie de Sécurité | <input type="checkbox"/> Confidentiel Défense | <input type="checkbox"/> Secret Défense |
|---|---|---|---|

**Accès sensible : correspond au minimum requis pour tous stagiaires**



## Proposition de Stage Ingénieur ou DEA 2006

**Sujet** :

**Qualification physique du code CATHARE appliqué aux réacteurs nucléaires refroidis au gaz**

**Laboratoire** : CEA Grenoble  
SSTH/LDAS

**Lieu** : Grenoble

**Encadrement** : F.Bentivoglio

**Durée** : 4 à 6 mois.

**Profil et Niveau** : élève ingénieur. Stage de fin d'étude 3<sup>ème</sup> année ou DEA.

### ***Contexte***

Des études de sûreté sont menées avec CATHARE, code de sûreté de référence pour les centrales nucléaires refroidies à l'eau, qui est un outil d'analyse de fonctionnement pouvant traiter des régimes permanents, des transitoires de fonctionnement (démarrages, arrêt) et accidentels.

Une démarche de validation de CATHARE appliqué aux réacteurs à caloporteur gaz est mise en place, afin d'avoir un calcul fiable des principales caractéristiques de ces réacteurs, tant en fonctionnement normal qu'en situations incidentelle et accidentelle.

### ***Descriptif du stage***

Le stagiaire participera à la validation de code CATHARE. En amont d'une validation système, il s'agit dans un 1<sup>er</sup> temps de faire un état de l'art des différents modèles de lois physiques (transfert de chaleur et frottements paroi) pour les différents concepts de réacteurs à gaz étudiés. Ainsi on devra s'intéresser à des écoulements à travers un faisceau d'aiguilles, dans un canal circulaire, entre deux plaques, à travers des vannes, pour des échanges en contre-courant, pour des gammes de températures élevées... Ces différents modèles physiques seront testés sur les différentes configurations et comparés à des données expérimentales issues de la littérature.

Le stagiaire rejoindra une équipe constituée de 6 à 7 personnes du service de thermohydraulique (SSTH)

### ***Contact au CEA***

**Fabrice Bentivoglio**  
CEA Grenoble – DER/SSTH/LDAS  
17, rue des martyrs  
38054 Grenoble Cedex 9  
T : 04 38 78 30 77  
F : 04 38 78 94 53  
[fabrice.bentivoglio@cea.fr](mailto:fabrice.bentivoglio@cea.fr)



## Proposition de Stage Ingénieur 2006

**Sujet :**

**Etude de sûreté du réacteur expérimental REDT à l'aide du logiciel CATHARE.**

**Laboratoire :** CEA Grenoble  
SSTH/LDAS

**Lieu :** Grenoble

**Encadrement :** Isabelle DOR

**Durée :** 6 mois.

**Profil et Niveau :** Elève ingénieur.

### **Contexte**

Le réacteur d'Etudes et de Développement Technologiques (REDT) constituera un réacteur de démonstration en appui des travaux de recherche et de développement menés sur la filière des réacteurs nucléaires à caloporteur gaz à spectre rapide (RNR-G). Le REDT permettra entre autre d'étudier des assemblages à aiguilles et des assemblages à plaques, représentatifs des futurs combustibles des RNR-G.

### **Descriptif du stage**

Deux aspects seront abordés dans ce stage :

- une étude bibliographique sur les Circulateurs hélium

Le REDT fonctionnera en Hélium et un circulateur permettra d'assurer la convection dans le circuit. Une étude bibliographique permettrait de tirer profit des réalisations déjà conçues tant d'un point de vue technologique que d'un point de vue cartes de performance des circulateurs. Ce travail permettra de conforter les cartes de performance utilisées dans CATHARE pour les calculs de transitoires REDT.

- Etudes de sûreté

Le stagiaire devra démarrer des études de sûreté sur le circuit thermohydraulique du REDT. Pour ce travail le code de calcul utilisé est le code de sûreté de référence CATHARE qui est un outil d'analyse de fonctionnement pouvant traiter des régimes permanents, des transitoires de fonctionnement (démarrages, arrêt) et accidentel.

A partir des caractéristiques des circuits du REDT, un premier jeu de données CATHARE a été élaboré. Il s'agit de réaliser des calculs pour simuler divers scénarios accidentels et pour aider à optimiser les circuits et le contrôle commande de ce réacteur expérimental.

Le stagiaire rejoindra une équipe constituée de 6 à 7 personnes du service de thermohydraulique (SSTH). Ces travaux s'inscrivent dans le cadre d'un projet européen (6<sup>ème</sup> PCRD) auquel le CEA participe.

### **Contact au CEA**

**Isabelle DOR**

CEA Grenoble – DER/SSTH/LDAS

17, rue des martyrs

38054 Grenoble Cedex 9

T : 04 38 78 59 70

F : 04 38 78 94 53

[Isabelle.dor@cea.fr](mailto:Isabelle.dor@cea.fr)



Centre : Grenoble

Pôle ou Direction : DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LDAS

### Encadrement

|                                  |  |        |                |
|----------------------------------|--|--------|----------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : | <b>Brigitte Rameau</b>   | Tél. : | 04 38 78 59 95 |
| E-mail :                         | <a href="mailto:brigitte.rameau@cea.fr">brigitte.rameau@cea.fr</a> | Fax :  | 04 38 78 94 53 |
| Secrétariat :                    | Joëlle Mailland  | Tél. : | 04 38 78 35 93 |
| Nom du chef de laboratoire :     | Martine FARVACQUE  | Tél. : | 04 38 78 50 43 |

### Sujet confié au stagiaire

**Validation du code CATHARE pour des applications liées aux réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium calculs de transitoires sur reacteur SMFR, comparaison au code OASIS**

### Contexte du sujet

On cherche à étendre le domaine d'application du code CATHARE, initialement développé pour le calcul de la thermohydraulique accidentelle dans les réacteurs à eau pressurisée, aux réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium. Pour cela des développements ont été réalisés, qui nécessitent maintenant un travail de validation

### Objectifs du stage

Le sujet du stage porte sur la validation des développements réalisés dans CATHARE pour application aux RNR-sodium. L'objet de ce stage est de réaliser des calculs de transitoires sur un réacteur à sodium : le réacteur SMFR. Les résultats seront comparés à ceux d'un autre code de calcul, le code OASIS. Les différences seront analysées, des améliorations pourront être proposées et mises en œuvre. Ce sujet est très complet pour un élève ingénieur qui travaillera ainsi à la fois : à l'utilisation d'un code de calcul, à l'analyse physique et à la programmation.

### Domaines de spécialité requis :

*Mettre un ordre de priorité dans la liste des spécialités jointe.*  
Thermohydraulique (EE), mécanique des fluides (EE)

#### Moyens informatiques mis en œuvre

Langages : Fortran  
Logiciels : CATHARE

#### Autres moyens mis en œuvre (expériences, méthodes d'analyses, autres...)

**Formation souhaitée (niveau) :** 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieurs ou DEA

Durée du stage : de 4 mois à 6 mois

### Niveau d'habilitation requis (voir Remarques →)

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Accès Sensible | <input type="checkbox"/> Garantie de Sécurité | <input type="checkbox"/> Confidentiel Défense | <input type="checkbox"/> Secret Défense |
|---|---|---|---|

*Accès sensible : correspond au minimum requis pour tous stagiaires*



Centre : GRENOBLE

Pôle ou Direction : DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LDAS

### **Encadrement**

|   |                       |
|---|-----------------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : <b>Marc PARENT</b>                 | Tél. : 04.38.78.44.82 |
| E-mail : <a href="mailto:marc.parent@cea.fr">marc.parent@cea.fr</a> | Fax : 04.38.78.94.53  |
| Secrétariat : Joëlle Mailland                                       | Tél. : 04.38.78.35.93 |
| Nom du chef de laboratoire : Martine Farvacque                      | Tél. : 04.38.78.50.43 |

### **Sujet confié au stagiaire**

**Prototypage d'une IHM graphique pour les structures du module 3D des projets CATHARE ou NEPTUNE-Système**

### **Contexte du sujet : programme, manip, recherche ...**

Voir PJ

### **Objectifs du stage**

Voir PJ

### **Domaines de spécialité requis :**

Mettre un ordre de priorité dans la liste des spécialités jointe.

**Infographie (EG)**

### **Moyens informatiques mis en œuvre**

Langages : JAVA \_\_\_\_\_  
Logiciels : ECLIPSE \_\_\_\_\_

### **Autres moyens mis en œuvre (expériences, méthodes d'analyses, autres...)**

**Formation souhaitée (niveau) :** 3<sup>ème</sup> année Ecole d'Ingénieur, DESS

**Durée du stage :** 6 mois (binôme)

### **Niveau d'habilitation requis (voir Remarques →)**

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Accès Sensible | <input type="checkbox"/> Garantie de Sécurité | <input type="checkbox"/> Confidentiel Défense | <input type="checkbox"/> Secret Défense |
|--|---|---|---|

**Accès sensible :** correspond au minimum requis pour tous stagiaires



### **1. Titre du sujet**

Prototypage d'une IHM graphique pour les structures du module 3D des projets CATHARE ou NEPTUNE-Systeme.

### **2. Contexte**

Cathare est un code de thermohydraulique système développé au CEA pour les applications relatives aux études de sûreté des réacteurs à eau sous pression du parc nucléaire français. Le coeur du métier traite de la physico-numérique des écoulements diphasiques dans les géométries volume, tuyau et 3D-cuve selon la partie de centrale qui doit être représentée. A ce noyau "mécanique des fluides" sont associés des modules complémentaires traitant la neutronique, les parois, les combustibles, les pompes, les vannes, etc..., afin de traiter dans son intégralité toute la phénoménologie des accidents réacteurs de type perte de refroidissement.

### **3. Descriptif**

Dans les applications systèmes actuelles, la mise en données de la géométrie et des caractéristiques nécessaires à la schématisation d'un composant 3D, fait appel à une saisie en mode texte (fichier d'entrée). Le stage aura pour objectif de faire des propositions, accompagnées de maquettages logiciels, permettant la saisie graphique interactive des données de structures (parois et combustibles) du composant 3D, en couvrant la facette « industrielle » (ciblée cuve REP) - CATHARE - et la facette « R&D » (domaine 3D quelconque) - NEPTUNE-Systeme -. Ce stage s'inscrit dans la poursuite de prototypes réalisés en 2004 et 2005 : on cherchera à faire émerger les solutions les plus efficaces du point de vue utilisateur.

### **4. Candidat souhaité**

3<sup>ème</sup> année Ecole d'Ingénieur, DESS                      Durée 6 mois

profil informaticien

la nature du sujet ainsi que le volume de travail sont idéalement adaptés à un travail en binôme

### **5. Contacts**

**Marc Parent**

CEA-Grenoble      DEN/DER/SSTH/LDAS  
17, Avenue des Martyrs, 38054 Grenoble Cedex 9  
FRANCE

**Phone** : (33) 4.38.78.44.82

**E-Mail** : marc.parent@cea.fr



Centre : GRENOBLE

Pôle ou Direction : DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LDAS

### **Encadrement**

|   |                       |
|---|-----------------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : <b>Marc PARENT</b>                 | Tél. : 04.38.78.44.82 |
| E-mail : <a href="mailto:marc.parent@cea.fr">marc.parent@cea.fr</a> | Fax : 04.38.78.94.53  |
| Secrétariat : Joëlle Mailland                                       | Tél. : 04.38.78.35.93 |
| Nom du chef de laboratoire : Martine Farvacque                      | Tél. : 04.38.78.50.43 |

### **Sujet confié au stagiaire**

Développement d'outils et méthodes CATHARE pour l'inclinaison des chaudières PN.

### **Contexte du sujet : programme, manip, recherche ...**

Voir PJ

### **Objectifs du stage :**

Voir PJ

### **Domaines de spécialité requis )**

*Mettre un ordre de priorité dans la liste des spécialités jointe.*

: **Thermohydraulique (EE), Mécanique des fluides (EE)**

### **Moyens informatiques mis en œuvre**

Langages : FORTRAN \_\_\_\_\_

Logiciels : CATHARE \_\_\_\_\_

### **Autres moyens mis en œuvre (expériences, méthodes d'analyses, autres...)**

**Formation souhaitée (niveau) :**

**Durée du stage : 6 mois**

### **Niveau d'habilitation requis (voir Remarques →)**

Accès Sensible     Garantie de Sécurité     Confidentiel Défense     Secret Défense

Accès sensible : correspond au minimum requis pour tous stagiaires



## **1. Titre**

Développement d'outils et méthodes CATHARE pour l'inclinaison des chaudières PN.

## **2. Contexte**

Cathare est un code de thermohydraulique système développé au CEA pour les applications relatives aux études de sûreté des réacteurs à eau sous pression du parc nucléaire français. Le cœur du métier traite de la physico-numérique des écoulements diphasiques dans les géométries volume, tuyau et 3D-cuve selon la partie de centrale qui doit être représentée. A ce noyau "mécanique des fluides" sont associés des modules complémentaires traitant la neutronique, les parois, les combustibles, les pompes, les vannes, etc..., afin de traiter dans son intégralité toute la phénoménologie des accidents réacteurs de type perte de refroidissement.

## **3. Descriptif**

Dans les applications relatives à la propulsion nucléaire, il est nécessaire de pouvoir décrire l'inclinaison au cours du temps de la chaudière en raison de la gîte et du tangage du navire. Les données actuelles de schématisation sont faites pour des réacteurs non embarqués et il convient donc de créer des opérateurs de transformation permettant de simuler l'inclinaison des tuyaux et des volumes composant l'installation étudiée. En fonction du besoin des utilisateurs et selon le choix retenu après une phase de spécifications détaillées, ces opérateurs développés en externe ou en interne au code CATHARE, seront validés sur un ensemble de tests unitaires.

## **4. Candidat souhaité**

3<sup>ème</sup> année Ecole d'Ingénieur, DESS

Durée 6 mois

profil développeur

attirait pour les méthodes numériques et l'analyse physique, connaissance en programmation

## **5. Contacts**

**Marc Parent**

CEA-Grenoble DEN/DER/SSTH/LDAS  
17, Avenue des Martyrs, 38054 Grenoble Cedex 9  
FRANCE

**Phone** : (33) 4.38.78.44.82

**E-Mail** : marc.parent@cea.fr



Centre : GRENOBLE

Pôle ou Direction : DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LDAS

### Encadrement

|                                  |  |        |                |
|----------------------------------|--|--------|----------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : | <b>Marc PARENT</b>   | Tél. : | 04.38.78.44.82 |
| E-mail :                         | <a href="mailto:marc.parent@cea.fr">marc.parent@cea.fr</a> | Fax :  | 04.38.78.94.53 |
| Secrétariat :                    | Joëlle Mailland  | Tél. : | 04.38.78.35.93 |
| Nom du chef de laboratoire :     | Martine Farvacque  | Tél. : | 04.38.78.50.43 |

### Sujet confié au stagiaire

Etude de schémas numériques non diffusifs pour le transport de bore dans CATHARE.

### Contexte du sujet : programme, manip, recherche ...

Voir PJ

### Objectifs du stage

Voir PJ

### Domaines de spécialité requis )

Mettre un ordre de priorité dans la liste des spécialités jointe.

: Analyse numérique (CO), Mécanique des fluides (EE)

Moyens informatiques mis en œuvre

Langages : FORTRAN \_\_\_\_\_  
Logiciels : CATHARE \_\_\_\_\_

Autres moyens mis en œuvre (expériences, méthodes d'analyses, autres...)

Formation souhaitée (niveau) :

Durée du stage : 6 mois

### Niveau d'habilitation requis (voir Remarques →)

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Accès Sensible | <input type="checkbox"/> Garantie de Sécurité | <input type="checkbox"/> Confidentiel Défense | <input type="checkbox"/> Secret Défense |
|--|---|---|---|

Accès sensible : correspond au minimum requis pour tous stagiaires



## 1. Titre

Etude de schémas numériques non diffusifs pour le transport de bore dans CATHARE.

## 2. Contexte

Cathare est un code de thermohydraulique système développé au CEA pour les applications relatives aux études de sûreté des réacteurs à eau sous pression du parc nucléaire français. Le coeur du métier traite de la physico-numérique des écoulements diphasiques dans les géométries volume, tuyau et 3D-cuve selon la partie de centrale qui doit être représentée. A ce noyau "mécanique des fluides" sont associés des modules complémentaires traitant la neutronique, les parois, les combustibles, les pompes, les vannes, etc..., afin de traiter dans son intégralité toute la phénoménologie des accidents réacteurs de type perte de refroidissement.

## 3. Descriptif

Dans les études de sûreté, le transport du bore joue un rôle essentiel dans le déroulement des transitoires accidentels. Le schéma de résolution ICE des équations du modèle à deux fluides est du premier ordre en temps et en espace ; il en découle une bonne stabilité de la solution avec en contrepartie une importante diffusion numérique. On désire améliorer la prédiction du transport du bore dans le fluide caloporteur en introduisant un traitement d'ordre supérieur pour les équations traitant cette espèce chimique. Une maquette logicielle sera réalisée sur le module « axial » du code CATHARE. Une campagne de tests analytiques sera montée pour quantifier l'amélioration apportée par l'ordre élevé, en s'assurant de la stabilité de la solution fournie.

## 4. Candidat souhaité

3<sup>ème</sup> année Ecole d'Ingénieur, DESS

Durée 6 mois

profil développeur

attirait pour les méthodes numériques et l'analyse physique, connaissance en programmation

## 5. Contacts

**Marc Parent**

CEA-Grenoble DEN/DER/SSTH/LDAS  
17, Avenue des Martyrs, 38054 Grenoble Cedex 9  
FRANCE

**Phone** : (33) 4.38.78.44.82

**E-Mail** : marc.parent@cea.fr



Centre : CEA Grenoble

Pôle ou Direction : DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LIEX

### **Encadrement**

|  |   |        |                |
|--|---|--------|----------------|
| Nom de l'ingénieur responsable :                             | <b>Brigitte NOEL</b>  | Tél. : | 04 38 78 42 32 |
| Bâtiment : 1005  | E-mail : <a href="mailto:NOELBr@chartreuse.cea.fr">NOELBr@chartreuse.cea.fr</a> | Fax :  | 04 38 78 50 45 |
| Téléphone du secrétariat : 04 38 78 33 46 (Martine BARBAROT) |   |        |                |
| Nom du chef de laboratoire :                                 | Eric HERVIEU  | Tél. : | 04 38 78 45 33 |

### **Sujet confié au stagiaire**

**Qualification du logiciel CATHARE sur les essais SULTAN-RJH dans le cadre du projet HORUS3D - Qualification des outils de calculs pour le réacteur Jules Horowitz (RJH) expérimental.**

### **Contexte / objectifs du stage**

L'objectif du stage est de qualifier le logiciel CATHARE sur l'expérience SULTAN-RJH qui simule les conditions de fonctionnement et accidentelles d'un canal moyen du cœur du futur réacteur expérimental Jules Horowitz. Le domaine de fonctionnement (faible pression, fort débit et fort flux) et la géométrie du cœur (canal rectangulaire) du RJH sont différents de ceux d'un réacteur nucléaire de puissance pour lequel le logiciel CATHARE a été précédemment validé. Pour ces nouvelles conditions, les modèles à qualifier sont :

- la corrélation de frottement pariétal, en écoulements monophasique et diphasique,
- la corrélation d'échange de chaleur, en écoulement monophasique et en ébullition nucléée,
- le critère d'apparition du taux de vide,
- la caractérisation de la redistribution de débit.

### **Domaines de spécialité requis**

1. Thermohydraulique 1 $\phi$  et 2 $\phi$       2. Mécanique des fluides

### **Moyens informatiques mis en œuvre**

Langages : Fortran  
Logiciels : CATHARE (thermohydraulique diphasique), Unix

*Autres moyens mis en œuvre (expériences, méthodes d'analyses, autres...)*

**Formation souhaitée :** 2<sup>ème</sup> ou 3<sup>ème</sup> année école ingénieur ou DEA

**Durée du stage :** 4 à 6 mois

### **Niveau d'habilitation requis**

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Accès Sensible | <input type="checkbox"/> Garantie de Sécurité | <input type="checkbox"/> Confidentiel Défense | <input type="checkbox"/> Secret Défense |
|--|---|---|---|



Centre : CEA Grenoble

Pôle ou Direction : DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LIEX

### **Encadrement**

|   |                       |
|---|-----------------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : <b>Hervé LEMONNIER</b>                                     | Tél. : 04 38 78 45 40 |
| Bâtiment : 1005 E-mail : <a href="mailto:herve.lemonnier@cea.fr">herve.lemonnier@cea.fr</a> | Fax : 04 38 78 50 45  |
| Téléphone du secrétariat : 04 38 78 33 46 (Martine BARBAROT)                                |                       |
| Nom du chef de laboratoire : Eric HERVIEU   | Tél. : 04 38 78 45 33 |

### **Sujet confié au stagiaire**

**Analyse détaillée du fonctionnement et de la réponse d'un capteur à fils pour la mesure du taux de vide local dans une section de conduite**

### **Contexte / objectifs du stage**

Le sujet concerne l'optimisation d'un capteur à impédance destiné à mesurer une cartographie du taux de présence local en écoulement gaz-liquide. Le capteur est constitué de deux ensembles de fils parallèles situés dans deux plans orthogonaux à l'axe de la conduite. Les fils de chacun des plans sont orthogonaux. L'étude consiste à effectuer une modélisation électrique du capteur et à simuler sa réponse à un écoulement à bulles afin de mieux justifier son dimensionnement. L'objectif final est d'optimiser la géométrie du capteur (nombre de fils, espacement des fils) pour obtenir une réponse uniforme sur la section et minimiser les effets d'influence entre volumes de mesure voisins.

### **Domaines de spécialité requis**

1. Mécanique des fluides      2. Écoulements diphasiques      3. Instrumentation

### **Moyens informatiques mis en œuvre**

Logiciels : Fortran, codes de calcul du laboratoire

### **Autres moyens mis en œuvre (expériences, méthodes d'analyses, autres...)**

Données expérimentales existantes

**Formation souhaitée** : Mécanique des fluides : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieur, Mastère

**Durée du stage** : 3 à 6 mois

### **Niveau d'habilitation requis**

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Accès Sensible | <input type="checkbox"/> Garantie de Sécurité | <input type="checkbox"/> Confidentiel Défense | <input type="checkbox"/> Secret Défense |
|--|---|---|---|



Centre : CEA Grenoble

Pôle ou Direction : DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LIEX

### **Encadrement**

|  |   |        |                |
|--|---|--------|----------------|
| Nom de l'ingénieur responsable :                             | <b>Hervé LEMONNIER</b>  | Tél. : | 04 38 78 45 40 |
| Bâtiment : 1005  | E-mail : <a href="mailto:herv.lemonnier@cea.fr">herv.lemonnier@cea.fr</a> | Fax :  | 04 38 78 50 45 |
| Téléphone du secrétariat : 04 38 78 33 46 (Martine BARBAROT) |   |        |                |
| Nom du chef de laboratoire :                                 | Eric HERVIEU  | Tél. : | 04 38 78 45 33 |

### **Sujet confié au stagiaire**

**Utilisation de la technique de Résonance Magnétique Nucléaire (RMN) pour caractériser les fluctuations de vitesse liquide au sein d'un écoulement diphasique**

### **Contexte / objectifs du stage**

La validation des outils de simulation en thermohydraulique diphasique nécessite de mesurer, entre autres, la vitesse de la phase liquide. L'utilisation de techniques anémométriques classiques est difficile en raison de l'intermittence du signal résultant du caractère diphasique de l'écoulement. C'est pourquoi, on propose d'utiliser une technique de diagnostic complémentaire, la Résonance Magnétique Nucléaire, qui permet de déterminer la densité de probabilité de vitesse dans un tronçon de conduite.

L'étude proposée consiste donc en la mise en œuvre de la technique RMN sur un circuit diphasique eau-air vertical. L'étudiant devra également réfléchir à la procédure de confrontation avec une technique de référence pour valider la mesure par RMN. Il participera à la mise en œuvre de l'instrumentation, à l'acquisition et à l'analyse des données obtenues.

### **Domaines de spécialité requis**

1. Mécanique des fluides      2. Traitement de l'information      3. Expérimentation

### **Moyens informatiques mis en œuvre**

Logiciels : LabView (utilisation uniquement)

### **Autres moyens mis en œuvre (expériences, méthodes d'analyses, autres...)**

Techniques expérimentales, acquisition et traitement de signaux

**Formation souhaitée :** Mécanique des fluides : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieur, Mastère

**Durée du stage :** 3 à 6 mois

### **Niveau d'habilitation requis**

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Accès Sensible | <input type="checkbox"/> Garantie de Sécurité | <input type="checkbox"/> Confidentiel Défense | <input type="checkbox"/> Secret Défense |
|--|---|---|---|



Centre : CEA Grenoble

Pôle ou Direction : DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LIEX

### **Encadrement**

|   |                       |
|---|-----------------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : <b>Marc BERTHOUX</b>                                   | Tél. : 04 38 78 56 76 |
| Bâtiment : 1005 E-mail : <a href="mailto:marc.berthoux@cea.fr">marc.berthoux@cea.fr</a> | Fax : 04 38 78 50 45  |
| Téléphone du secrétariat : 04 38 78 33 46 (Martine BARBAROT)                            |                       |
| Nom du chef de laboratoire : Eric HERVIEU   | Tél. : 04 38 78 45 33 |

### **Sujet confié au stagiaire**

**Etude numérique de la thermohydraulique fine d'un assemblage combustible d'un réacteur à gaz**

### **Contexte / objectifs du stage**

Pour le nucléaire du futur, le CEA développe des actions de R&D sur une gamme évolutive de systèmes fondés sur la technologie des Réacteurs à Caloporteur Gaz (à très haute température ou à neutrons rapides). Le sujet proposé entre dans le cadre des études de R&D sur la conception des assemblages combustibles.

L'objectif est de réaliser une modélisation numérique d'une portion d'un assemblage combustible afin de décrire la thermohydraulique fine à l'intérieur de celui-ci. Cette modélisation prendra en compte les échanges couplés par convection, conduction et rayonnement.

La modélisation utilisera le logiciel de thermohydraulique avancé Trio\_U développé au CEA.

### **Domaines de spécialité requis**

1. Mécanique des fluides      2. Thermique      3. Modélisation

### **Moyens informatiques mis en œuvre**

Langages : C  
Logiciels : TRIO-U (thermohydraulique monophasique)

### **Autres moyens mis en œuvre (expériences, méthodes d'analyses, autres...)**

**Formation souhaitée** : élève ingénieur bac+5

**Durée du stage** : 6 mois

### **Niveau d'habilitation requis**

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Accès Sensible | <input type="checkbox"/> Garantie de Sécurité | <input type="checkbox"/> Confidentiel Défense | <input type="checkbox"/> Secret Défense |
|--|---|---|---|



Centre : CEA Grenoble

Pôle ou Direction : DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LIEX

### Encadrement

|  |   |        |                |
|--|---|--------|----------------|
| Nom de l'ingénieur responsable :                             | <b>Muriel MARCHAND</b>  | Tél. : | 04 38 78 33 02 |
| Bâtiment : 1005  | E-mail : <a href="mailto:Muriel.Marchand@cea.fr">Muriel.Marchand@cea.fr</a> | Fax :  | 04 38 78 50 45 |
| Téléphone du secrétariat : 04 38 78 33 46 (Martine BARBAROT) |   |        |                |
| Nom du chef de laboratoire :                                 | Eric HERVIEU  | Tél. : | 04 38 78 45 33 |

### Sujet confié au stagiaire

#### Etude expérimentale de la stratification d'un écoulement diphasique à bulles.

- Participation aux campagnes de mesures sur l'installation diphasique eau/air METERO.
- Dépouillement, analyse des données et modélisation physique de cet écoulement en vue de la validation de codes de calculs de la plate-forme NEPTUNE.

### Contexte / objectifs du stage

Météro (Maquette d'Etude des Transitions d'Écoulements air/eau) est une des expérimentations phares du projet Neptune. Dédiée à la validation des codes de calcul développés pour la simulation tridimensionnelle fine des écoulements diphasiques stratifiés rencontrés dans les réacteurs à eau pressurisée, elle améliorera également la compréhension des phénomènes physiques intervenant dans ce type d'écoulements.

Après la phase de réalisation et de tests en 2005, les premières campagnes d'essais débuteront en 2006. Divers moyens de mesure développés et validés au SSTH (tomographie à rayons X, sondes optiques) ou adaptés aux écoulements diphasiques (anémométrie à films chauds) donneront accès aux grandeurs caractéristiques de cet écoulement (vitesse du liquide, taux de présence du gaz, aire interfaciale liquide/gaz...) et fourniront les premières données de validation des codes de calcul.

Après une étude bibliographique sur les transitions de régime d'écoulements diphasiques et les quatre principaux moyens de mesure associés, le stagiaire participera à l'ensemble du programme expérimental (tests, acquisitions, dépouillement, analyse) et sera associé aux propositions de modélisations physiques en vue d'améliorer la compréhension de ce type d'écoulements.

### Domaines de spécialité requis

1. Mécanique des fluides      2. Traitement de l'information      3. Modélisation physique

### Moyens informatiques mis en œuvre

Logiciels : LabView (utilisation uniquement)

*Autres moyens mis en œuvre (expériences, méthodes d'analyses, autres...)*

Plusieurs techniques expérimentales et leur méthode d'analyse à maîtriser

**Formation souhaitée** : Mécanique des fluides : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieur, Mastère

**Durée du stage** : 3 à 6 mois

### Niveau d'habilitation requis

Accès Sensible       Garantie de Sécurité       Confidentiel Défense       Secret Défense



Centre : CEA Grenoble

Pôle ou Direction : DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LIEX

### **Encadrement**

|   |                       |
|---|-----------------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : <b>Manuel SAEZ</b>                                 | Tél. : 04 38 78 30 87 |
| Bâtiment : 1005 E-mail : <a href="mailto:manuel.saez@cea.fr">manuel.saez@cea.fr</a> | Fax : 04 38 78 50 45  |
| Téléphone du secrétariat : 04 38 78 33 46 (Martine BARBAROT)                        |                       |
| Nom du chef de laboratoire : Eric HERVIEU   | Tél. : 04 38 78 45 33 |

### **Sujet confié au stagiaire**

**Conception et dimensionnement en similitude d'une petite boucle système représentative du fonctionnement d'un réacteur à caloporteur gaz (modélisation et simulation numérique)**

### **Contexte / objectifs du stage**

Le développement de systèmes de réacteurs nucléaires refroidis au gaz prévoit la réalisation d'une petite boucle système en air. L'objectif de cette boucle est de qualifier un premier dessin de concept de chaudière nucléaire et de fournir des données de base pour valider les codes de fonctionnement. Sur la base d'une étude de similitude réalisée en 2005, il s'agira de déterminer la boucle système la plus représentative du fonctionnement dynamique du réacteur. Des calculs avec le code CATHARE (modélisation 1D) pourront permettre d'évaluer la distorsion due à l'effet d'échelle. On se focalisera plus particulièrement sur la modélisation de certains composants cruciaux du circuit (turbomachine, échangeurs).  
A partir de l'image d'un état permanent du circuit, des transitoires accidentels devront être calculés : perte de réseau électrique, dépressurisation, perte du secondaire des échangeurs d'eau.

### **Domaines de spécialité requis**

1. Mécanique des fluides                      2. Thermique

### **Moyens informatiques mis en œuvre**

Langages : Fortran  
Logiciels : CATHARE (thermohydraulique diphasique)

### **Autres moyens mis en œuvre (expériences, méthodes d'analyses, autres...)**

**Formation souhaitée** : élève ingénieur bac+5

**Durée du stage** : 6 mois

### **Niveau d'habilitation requis**

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Accès Sensible | <input type="checkbox"/> Garantie de Sécurité | <input type="checkbox"/> Confidentiel Défense | <input type="checkbox"/> Secret Défense |
|--|---|---|---|



## PROPOSITION DE STAGE

### Sujet :

### Calculs d'écoulements stratifiés eau/air à l'aide du logiciel NEPTUNE

### Contexte :

La modélisation et la simulation numérique des *écoulements diphasiques gaz/liquide* occupent une place croissante dans les études de sûreté des réacteurs nucléaires, mais aussi dans de nombreux autres secteurs d'activité. Citons par exemple l'industrie chimique (réacteurs chimiques sous forme de colonnes à bulles), certains types d'échangeurs de chaleur, l'extraction et le transport des produits pétroliers, la météorologie... La complexité des écoulements diphasiques provient d'une part de la turbulence, mais également de la présence d'interfaces mobiles séparant le gaz et le liquide, qui sont le siège d'échanges entre les phases, et dont la position est une inconnue supplémentaire du problème (par rapport au cas monophasique).

Les écoulements gaz-liquide peuvent être classés en fonction de la topologie des interfaces. On trouve ainsi les écoulements à bulles ou à gouttes, où l'une des deux phases est dispersée dans la seconde, mais aussi des écoulements où les phases sont d'avantage séparées, comme par exemple les écoulements stratifiés, souvent rencontrés dans les conduites horizontales. Un écoulement stratifié se caractérise par la présence simultanée de gaz et de liquide dans la section droite de la conduite, mais où le gaz occupe la position supérieure, le liquide étant décanté par gravité. La problématique des écoulements stratifiés est très différente de celle des écoulements à bulles qui ont d'avantage été étudiés par le passé. Il en résulte que la physique gouvernant les transferts entre les phases ainsi qu'au sein de chaque phase dans un écoulement stratifié est à ce jour moins bien maîtrisée que celle des écoulements à bulles par exemple.

### Objectif :

Le stage proposé s'inscrit dans le cadre de la modélisation tridimensionnelle des écoulements stratifiés dans une conduite horizontale à section rectangulaire ou cylindrique, mettant en jeu le couple eau/air. Différents modèles de frottement interfacial (frottement entre les phases) ou de turbulence dans chacune des phases sont implantés dans le logiciel de calcul NEPTUNE et font actuellement l'objet d'une première validation. Après s'être familiarisé avec cet outil numérique et les modèles sous-jacents, l'étudiant effectuera des comparaisons calculs/expérience pour lesquels on dispose de deux bases de données expérimentales. Il établira un diagnostic sur l'applicabilité des modèles dont on dispose sur ce type d'écoulement, tout en proposant éventuellement des améliorations de ces modèles pouvant s'inspirer d'une recherche bibliographique.

### Compétences :

L'étudiant recherché doit être en stage de fin d'études (5 à 6 mois de stage), doit avoir de très bonnes connaissances en mécanique des fluides et en turbulence, et de bonnes notions de calcul numérique. Enfin il est souhaitable qu'il connaisse le langage fortran et Linux (ou l'Unix).

### Niveau :

MASTER2, DEA ou Stage de fin de 3<sup>ème</sup> année d'Ecole

### Durée :

Stage de 5 à 6 mois.

Pour des raisons administratives, l'étudiant devra me contacter au plus tard 3 mois avant la date souhaitée pour le début du stage.

### Contacts :

**Christophe Morel**  
DEN/DER/SSTH/LMDL  
CEA Grenoble  
17, rue des Martyrs  
38054 GRENOBLE CEDEX 9  
Tel : 04 38 78 92 27  
[morelch@chartreuse.cea.fr](mailto:morelch@chartreuse.cea.fr)

## PROPOSITION DE STAGE + THESE

**Sujet :**

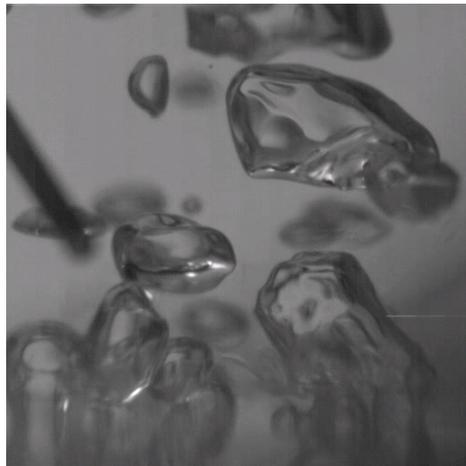
**Etude des mécanismes d'interaction de bulles injectées dans un liquide stagnant par simulation numérique directe**

**Contexte :**

Dans le cadre de l'étude de la physique des transferts aux interfaces, notre laboratoire développe des outils de simulation numérique directe (SND) capables de décrire les écoulements diphasiques avec une résolution très fine (chaque bulle ou goutte de l'écoulement est prise en compte individuellement). On se préoccupe en particulier des transferts de masse et de quantité de mouvement au travers des interfaces. L'objectif général est de disposer d'outils dont les capacités de prédiction sont fiables et validées.

**Objectif :**

L'objectif du stage est de réaliser et exploiter des SND pour comprendre l'interaction des bulles générées à une paroi chauffée à très fort flux thermique. Pour simplifier le problème, la génération des bulles de vapeur par changement de phase ne sera pas simulée mais "mimée" par l'injection de bulles de gaz au travers d'une paroi poreuse.



Après avoir effectué une étude bibliographique sur l'injection de bulles en paroi poreuse, l'analyse des résultats obtenus portera sur les points suivants :

- influence des paramètres physiques sur le coût des simulations en deux puis trois dimensions,
- influence du débit de gaz injecté sur la taille des bulles au détachement,
- influence de la densité et de la taille des sites de nucléation sur la coalescence des bulles,
- détermination de la taille et du temps de détachement de la bulle créée par coalescence
- détermination de la taille du film liquide restant en contact avec la paroi après coalescence.

**Compétences :** Mécanique des fluides ; goût pour la modélisation physique en mécanique des fluides, la simulation numérique et la programmation orientée objet (C++).

**Niveau :** MASTER 2, DEA ou Stage de fin de 3<sup>ème</sup> année d'Ecole

**Durée :** Stage de 4 à 6 mois, poursuite envisageable en thèse sur un sujet connexe.

**Contacts :** **Didier Jamet**  
CEA-Grenoble - DER/SSTH/LMDL  
F-38054 Grenoble Cedex 9  
Tél. : 04.38.78.45.42  
[didier.jamet@cea.fr](mailto:didier.jamet@cea.fr)

## PROPOSITION DE STAGE + THESE

**Sujet :**

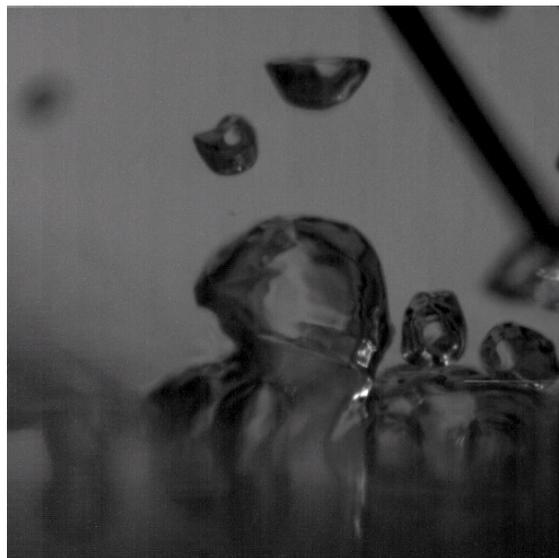
**Etude de l'étalement d'une tache sèche en ébullition pariétale à fort flux par simulation numérique directe**

**Contexte :**

Dans le cadre de l'étude de la physique des transferts aux interfaces, notre laboratoire développe des outils de simulation numérique directe (SND) capables de décrire les écoulements diphasiques avec une résolution très fine (chaque bulle ou goutte de l'écoulement est prise en compte individuellement). On se préoccupe en particulier des transferts de masse et de quantité de mouvement au travers des interfaces. L'objectif général est de disposer d'outils dont les capacités de prédiction sont fiables et validées pour aider à la compréhension de phénomènes de base des écoulements diphasiques.

**Objectif :**

L'objectif du stage est d'étudier l'étalement rapide d'une tache sèche sur une paroi chauffée par un fort flux thermique par SND. Ce mécanisme d'assèchement est en effet potentiellement à l'origine du phénomène de la crise d'ébullition. Les simulations numériques seront utilisées en appui d'un modèle analytique pour étudier la validité des hypothèses du modèle.



L'analyse des résultats portera principalement sur les points suivants :

- gamme de paramètres physiques compatibles avec les méthodes de SND disponibles dans notre laboratoire (contraste de masses volumiques, flux thermique pariétal, *etc.*),
- variation de rayon de la tache sèche et de son épaisseur au court du temps,
- comparaison critique des résultats numériques avec le modèle analytique.

**Compétences :** Mécanique des fluides ; goût pour la modélisation physique en mécanique des fluides, la simulation numérique et la programmation orientée objet (C++).

**Niveau :** MASTER 2, DEA ou Stage de fin de 3<sup>ème</sup> année d'Ecole

**Durée :** Stage de 4 à 6 mois, poursuite envisageable en thèse sur un sujet connexe.

**Contacts :**

**Didier Jamet**  
CEA-Grenoble - DER/SSTH/LMDL  
F-38054 Grenoble Cedex 9  
Tél. : 04.38.78.45.42  
[didier.jamet@cea.fr](mailto:didier.jamet@cea.fr)

## PROPOSITION DE STAGE + THESE

**Sujet :**

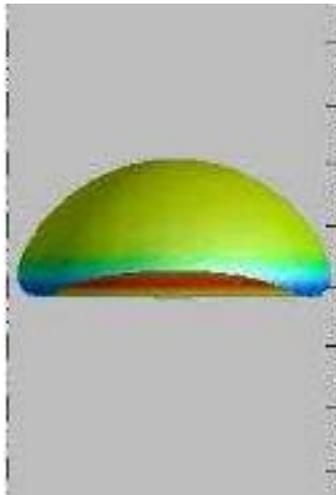
**Simulation numérique directe de la montée de bulles dans un liquide stagnant**

**Contexte :**

Dans le cadre de l'étude de la physique des transferts aux interfaces, notre laboratoire développe des outils de simulation numérique directe (SND) capables de décrire les écoulements diphasiques avec une résolution très fine (chaque bulle ou goutte de l'écoulement est prise en compte individuellement). On se préoccupe en particulier des transferts de masse et de quantité de mouvement au travers des interfaces. L'objectif général est de disposer d'outils dont les capacités de prédiction sont fiables et validées.

**Objectif :**

L'objectif du stage proposé est de réaliser, valider et exploiter des SND sur un cas simple de montée de bulle dans un liquide stagnant. La méthode numérique utilisée est une méthode hybride d'interface diffuse (phase field) et de ligne de niveau (level set) grâce à laquelle peut être étudiée l'influence de la distance d'étalement des interfaces sur la qualité des résultats obtenus et principalement sur la vitesse de montée des bulles.



L'analyse des résultats portera principalement sur les points suivants :

- faisabilité et performances de la méthode sur des cas bidimensionnels,
- influence de l'épaisseur des interfaces sur les résultats,
- comparaison des résultats, d'une part, à des solutions de référence de la littérature et, d'autre part, à des résultats obtenus par une méthode Front-Tracking discontinue,
- performances sur des cas tridimensionnels.

**Compétences :** Mécanique des fluides ; goût pour la modélisation physique en mécanique des fluides, la simulation numérique et la programmation orientée objet (C++).

**Niveau :** MASTER 2, DEA ou Stage de fin de 3<sup>ème</sup> année d'Ecole

**Durée :** Stage de 4 à 6 mois, poursuite envisageable en thèse sur un sujet connexe.

**Contacts :**

**Didier Jamet**

CEA-Grenoble - DER/SSTH/LMDL

F-38054 Grenoble Cedex 9

Tél. : 04.38.78.45.42

[didier.jamet@cea.fr](mailto:didier.jamet@cea.fr)





Centre : CEA Grenoble

Pôle ou Direction : DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LMDL

### **Encadrement**

|   |   |        |                |
|---|---|--------|----------------|
| Nom de l'ingénieur responsable :                              | <b>SERRE Guillaume</b>                                    | Tél. : | 04 38 78 53 59 |
| Bâtiment : 10-05  | E-mail : <a href="mailto:gserre@cea.fr">gserre@cea.fr</a> | Fax :  | 04 38 78 30 56 |
| Téléphone du secrétariat : 04 38 78 30 54 (Marinette WURSTEN) |   |        |                |
| Nom du chef de laboratoire :                                  | Frédéric DUCROS   | Tél. : | 04 38 78 52 28 |

### **Sujet confié au stagiaire**

**Validation des modèles de turbulence et de transport d'aire interfaciale du code Cathare/Neptune sur l'expérience RBHT.**

### **Contexte / objectifs du stage**

Dans le contexte du développement d'une plateforme logicielle dédiée au calcul d'écoulements diphasiques eau-vapeur dans les réacteurs nucléaires (projet Neptune), il s'agira de valider de nouveaux modèles physiques. Ces nouveaux modèles seront testés dans une version particulière de Cathare qui est le code de sûreté nucléaire développé au CEA. Les modèles (déjà implantés) à tester concernent la turbulence diphasique et l'aire interfaciale (surface d'échange entre le liquide et la vapeur). Le stage consiste à prendre en main ce code et à valider ces nouveaux modèles en calculant une expérience finement instrumentée d'écoulement diphasique autour de crayons combustibles. Il faudra faire preuve d'esprit critique sur les résultats obtenus et proposer éventuellement des améliorations de modèles.

Le code Cathare est écrit en FORTRAN. L'expérience passée montre que Cathare, qui est développé sur place, peut être pris en main rapidement par des stagiaires.

Une bonne maîtrise de la mécanique des fluides et la connaissance de l'anglais est requise.

Des connaissances en diphasique seraient un plus appréciable.

De nombreux stagiaires qui ont acquis au cours de leur stage une formation à l'utilisation de Cathare ont trouvé par la suite du travail dans l'industrie nucléaire (CEA, Framatome, EDF, IRSN, sociétés de service).

### **Domaines de spécialité requis**

1. Thermohydraulique      2. Mécanique des fluides      3. Diphasique

### **Moyens informatiques mis en œuvre**

Logiciels : Cathare      Langage : Fortran

### **Autres moyens mis en œuvre (expériences, méthodes d'analyses, autres...)**

Base de données expérimentale RBHT.

**Formation souhaitée :** 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieur ou équivalent universitaire

**Durée du stage :** 5 à 6 mois

### **Niveau d'habilitation requis**

Accès Sensible       Garantie de Sécurité       Confidentiel Défense       Secret Défense



Centre : CEA Grenoble

Pôle ou Direction : DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LMDL

### **Encadrement**

|                                  |   |        |                                  |
|----------------------------------|---|--------|----------------------------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : | <b>Isabelle DOR</b><br><b>Guillaume SERRE</b>   | Tél. : | 04.38.78.59.70<br>04.38.78.53.59 |
| Bâtiment : 10-05                 | E-mail : <a href="mailto:Isabelle.dor@cea.fr">Isabelle.dor@cea.fr</a><br><a href="mailto:gserre@cea.fr">gserre@cea.fr</a> | Fax :  | 04.38.78.93.53<br>04.38.78.51.95 |
| Téléphone du secrétariat :       | 04.38.78.35.93 (Joëlle MAILLAND)<br>04 38 78 30 54 (Marinette WURSTEN)  |        |                                  |
| Nom du chef de laboratoire :     | Martine Farvacque<br>Ducros Frédéric  | Tél. : | 04.38.78.52.28<br>04.38.78.52.28 |

### **Sujet confié au stagiaire**

**Mise au point et validation d'un modèle d'autovaporisation turbulente dans le code système Cathare/Neptune.**

### **Contexte / objectifs du stage**

Dans le contexte du développement d'une plateforme logicielle dédiée au calcul d'écoulements diphasiques eau-vapeur dans les réacteurs nucléaires, il s'agit de mettre au point et de valider un nouveau modèle physique. Le modèle actuel d'autovaporisation ayant montré ses limites, il s'agit de l'améliorer en prenant en compte les grandeurs turbulentes calculées par un modèle ( $k-\varepsilon$ ) et de le valider sur différentes expériences. Ce nouveau modèle sera testé dans une version particulière du code Cathare (code de sûreté nucléaire développé au CEA).

Le code Cathare est écrit en FORTRAN. L'expérience passée montre que Cathare, qui est développé sur place, peut être pris en main rapidement par des stagiaires.  
Une bonne maîtrise de la mécanique des fluides et la connaissance de l'anglais est requise.  
Des connaissances en diphasique seraient un plus appréciable.

De nombreux stagiaires qui ont acquis au cours de leur stage une formation à l'utilisation de Cathare ont trouvé par la suite du travail dans l'industrie nucléaire (CEA, Framatome, EDF, IRSN, sociétés de service).

### **Domaines de spécialité requis**

1. Mécanique des fluides      2. Diphasique      3. Thermique

### **Moyens informatiques mis en œuvre**

Logiciels : CATHARE      Langage : FORTRAN

### **Autres moyens mis en œuvre (expériences, méthodes d'analyses, autres...)**

Expériences Super Moby Dick (SMD et Bethsy), Rebeca, Marviken

**Formation souhaitée :** 2<sup>ème</sup> ou 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieur ou équivalent universitaire

**Durée du stage :** minimum 4 mois, si possible 6 mois

### **Niveau d'habilitation requis**

Accès Sensible       Garantie de Sécurité       Confidentiel Défense       Secret Défense



Centre : CEA Grenoble

Pôle ou Direction : DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LMDL

### **Encadrement**

|  |                       |
|--|-----------------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : <b>Olivier CIONI</b>                                    | Tél. : 04 38 78 33 23 |
| Bâtiment : 10-05 E-mail : <a href="mailto:olivier.cioni@cea.fr">olivier.cioni@cea.fr</a> | Fax : 04 38 78 30 56  |
| Téléphone du secrétariat : 04 38 78 30 54 (Marinette WURSTEN)                            |                       |
| Nom du chef de laboratoire : Frédéric DUCROS   | Tél. : 04 38 78 52 28 |

### **Sujet confié au stagiaire**

**Couplage du code de thermohydraulique Trio\_U avec un outil de raffinement de maillage et mise en œuvre sur des applications stationnaires.**

### **Contexte / objectifs du stage**

Un couplage de l'outil de calcul en thermohydraulique Trio\_U a été effectué avec l'outil de raffinement de maillage Homard. On propose dans le cadre de ce stage de poursuivre le développement de ce couplage (développement/amélioration des scripts de couplage) et de le mettre en œuvre sur des configurations d'écoulements stationnaires.

### **Domaines de spécialité requis**

1. Mécanique des fluides                      2.                      3.

### **Moyens informatiques mis en œuvre**

|   |               |
|---|---------------|
| Logiciels : Maillage ICEM / Code thermohydraulique Trio_U | Langage : C++ |
|---|---------------|

### **Autres moyens mis en œuvre (expériences, méthodes d'analyses, autres...)**

**Formation souhaitée :** 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieur ou équivalent universitaire

**Durée du stage :** 6 mois

### **Niveau d'habilitation requis**

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Accès Sensible | <input type="checkbox"/> Garantie de Sécurité | <input type="checkbox"/> Confidentiel Défense | <input type="checkbox"/> Secret Défense |
|---|---|---|---|



Centre : CEA Grenoble

Pôle ou Direction : DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LMDL

### Encadrement

|   |   |        |                |
|---|---|--------|----------------|
| Nom de l'ingénieur responsable :                              | <b>Gauthier FAUCHET</b>   | Tél. : | 04 38 78 43 75 |
| Bâtiment : 10-05  | E-mail : <a href="mailto:gauthier.fauchet@cea.fr">gauthier.fauchet@cea.fr</a> | Fax :  | 04 38 78 30 56 |
| Téléphone du secrétariat : 04 38 78 30 54 (Marinette WURSTEN) |   |        |                |
| Nom du chef de laboratoire :                                  | Frédéric DUCROS   | Tél. : | 04 38 78 52 28 |

### Sujet confié au stagiaire

**Simulation numérique d'écoulements turbulents à l'interface entre un milieu libre et un milieu poreux**

### Contexte / objectifs du stage

**Contexte :**

Notre laboratoire s'intéresse à l'étude des écoulements turbulents au sein d'un cœur de réacteur. Dans les parties libres du cœur, des modèles classiques de turbulence (k-ε, LES,...) sont utilisés. Par contre, l'écoulement à l'intérieur même du cœur est modélisé par une approche de type "milieu poreux" car le coût des modèles classiques est prohibitif : le cœur contient quelques dizaines de milliers de crayons. On s'intéresse alors aux conditions aux limites à appliquer à l'interface entre le milieu libre et le milieu poreux.

**Objectifs :**

L'objectif du stage est de :

- réaliser des simulations numériques à l'interface entre un milieu libre et un milieu poreux en utilisant des modèles classiques de turbulence,
- exploiter les résultats pour comprendre les mécanismes de production et de transfert de turbulence à l'interface,
- étudier la forme des conditions aux limites à appliquer à l'interface (influence du Re).

### Domaines de spécialité requis

1. Mécanique des fluides      2. Simulation numérique      3. Programmation (C++)

### Moyens informatiques mis en œuvre

Logiciels : Trio\_U      Langage : C++, environnement UNIX

### Autres moyens mis en œuvre (expériences, méthodes d'analyses, autres...)

Formation souhaitée : 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieur, Master 2 ou DEA

Durée du stage : 4 à 6 mois

### Niveau d'habilitation requis

Accès Sensible       Garantie de Sécurité       Confidentiel Défense       Secret Défense



Centre : CEA Grenoble

Pôle ou Direction : DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LMDL

### Encadrement

|  |                       |
|--|-----------------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : <b>Olivier CIONI</b>                                    | Tél. : 04 38 78 33 23 |
| Bâtiment : 10-05 E-mail : <a href="mailto:olivier.cioni@cea.fr">olivier.cioni@cea.fr</a> | Fax : 04 38 78 30 56  |
| Téléphone du secrétariat : 04 38 78 30 54 (Marinette WURSTEN)                            |                       |
| Nom du chef de laboratoire : Frédéric DUCROS   | Tél. : 04 38 78 52 28 |

### Sujet confié au stagiaire

**Validation d'une chaîne de calcul de mécanique des fluides : CAO/Mailleur/Code de calcul Trio\_U. Application à la modélisation 3D d'une boucle d'évacuation de puissance résiduelle dans un réacteur à caloporteur gaz.**

### Contexte / objectifs du stage

Dans le cadre des études de thermohydraulique des réacteurs de prochaine génération, à caloporteur gaz, il est envisagé de tester une chaîne de calcul partant de l'élaboration de la CAO avec SolidWorks puis utilisant ICEM pour générer le maillage et enfin Trio\_U pour effectuer la simulation. Une application de cette chaîne de calcul sera entreprise sur un composant de réacteur à caloporteur gaz.

### Domaines de spécialité requis

|                          |    |    |
|--------------------------|----|----|
| 1. Mécanique des fluides | 2. | 3. |
|--------------------------|----|----|

### Moyens informatiques mis en œuvre

|  |               |
|--|---------------|
| Logiciels : Mailleur ICEM / Code thermohydraulique<br>Trio_U | Langage : C++ |
|--|---------------|

### Autres moyens mis en œuvre (expériences, méthodes d'analyses, autres...)

Formation souhaitée : 2<sup>ème</sup> ou 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieur ou équivalent universitaire

Durée du stage : 6 mois

### Niveau d'habilitation requis

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Accès Sensible | <input type="checkbox"/> Garantie de Sécurité | <input type="checkbox"/> Confidentiel Défense | <input type="checkbox"/> Secret Défense |
|---|---|---|---|



Centre : CEA Grenoble

Pôle ou Direction : DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LMDL

### **Encadrement**

|  |                       |
|--|-----------------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : <b>Olivier CIONI</b>                                    | Tél. : 04 38 78 33 23 |
| Bâtiment : 10-05 E-mail : <a href="mailto:olivier.cioni@cea.fr">olivier.cioni@cea.fr</a> | Fax : 04 38 78 30 56  |
| Téléphone du secrétariat : 04 38 78 30 54 (Marinette WURSTEN)                            |                       |
| Nom du chef de laboratoire : Frédéric DUCROS   | Tél. : 04 38 78 52 28 |

### **Sujet confié au stagiaire**

**Mise en œuvre de lois de paroi de nouvelle génération pour des simulations d'écoulements turbulents.**

### **Contexte / objectifs du stage**

Le sujet de stage proposé consiste en l'étude et le développement de modèles de parois évolués pour les simulations d'écoulements turbulents stationnaires ou instationnaires présents dans les réacteurs nucléaires. Le type de lois de paroi envisagé dans le cadre de ce stage repose sur la résolution d'équations 1D instationnaires de couche limite dans la zone de proche paroi. Il s'agit de développer et mettre en œuvre ces lois de parois sur des maillages non-structurés.

### **Domaines de spécialité requis**

1. Mécanique des fluides      2. Programmation orientée objet      3.

### **Moyens informatiques mis en œuvre**

Logiciels : Code thermohydraulique Trio\_U      Langage : C++

### **Autres moyens mis en œuvre (expériences, méthodes d'analyses, autres...)**

**Formation souhaitée :** 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieur ou équivalent universitaire

**Durée du stage :** 6 mois

### **Niveau d'habilitation requis**

Accès Sensible       Garantie de Sécurité       Confidentiel Défense       Secret Défense

## PROPOSITION DE STAGE

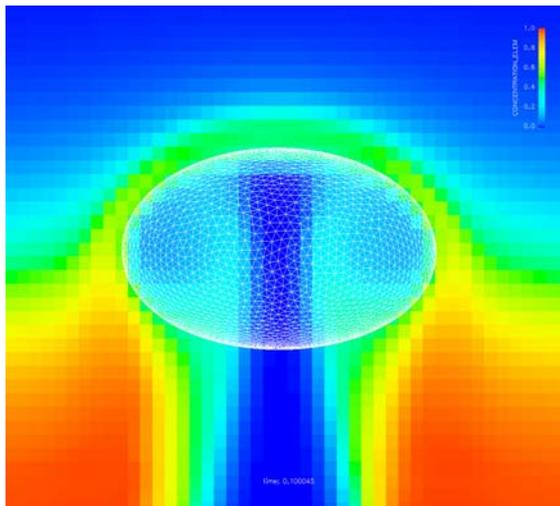
### Sujet :

**Introduction de l'anisotropie transverse des phénomènes de diffusion à une interface liquide-vapeur dans une simulation de type DNS**

### Contexte :

Ce stage se déroule dans le cadre d'un projet de développement d'outils de simulation numérique directe des écoulements diphasiques (chaque bulle ou goutte est prise en compte individuellement) dans la plate-forme Trio\_U. Les derniers développements du code ont permis d'aborder les cas tridimensionnels au moyen d'un code parallélisé.

En marge de ces développements, de premiers tests ont démontré que les phénomènes de type diffusion gagnaient à être pris en compte de façon détaillée au niveau de chaque maille de calcul traversée par une interface : les transferts ayant lieu au voisinage de cette interface sont calculés de façon plus précise par la discrétisation numérique en considérant les discontinuités des champs de part et d'autre de l'interface et en les intégrant spatialement. Si on reformule la discrétisation en terme de grandeurs macroscopiques, les coefficients effectifs de diffusion ont alors une écriture de type anisotropie transverse.



### Objectif :

L'objectif du stage est d'introduire la formulation mathématique "anisotropie transverse" dans la méthode numérique utilisée, puis de la comparer à la version précédente afin d'en identifier les qualités et les éventuels défauts. La quantification de l'amélioration apportée par la prise en compte de cette description physique permettra de trancher sur le caractère incontournable ou non de telles description.

**Compétences :** Mécanique des fluides numérique ; goût pour la modélisation physique en mécanique des fluides et thermique, la simulation numérique, la programmation orientée objet (C++).

**Niveau :** MASTER2, DEA ou Stage de fin de 3<sup>ème</sup> année d'Ecole

**Durée :** Stage de 4 à 6 mois, poursuite envisageable en thèse sur un sujet connexe.

### Contacts :

**Olivier Lebaigue**  
 CEA-Grenoble - DER/SSTH/LMDL,  
 F-38054 Grenoble Cedex 9  
 Tél. : 04.38.78.36.70  
[olivier.lebaigue@cea.fr](mailto:olivier.lebaigue@cea.fr)

## PROPOSITION DE STAGE

### Sujet :

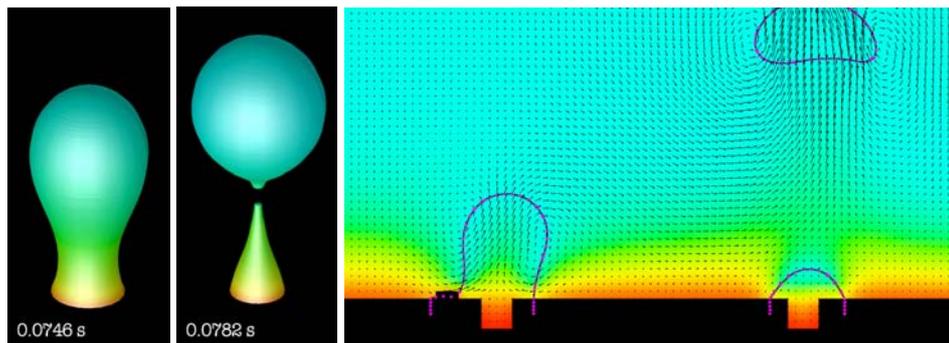
**Validation de la prise en compte du changement de phase et étude de l'interaction entre plusieurs sites d'ébullition en paroi**

### Contexte :

Le code Trio\_U développé au CEA est une plate-forme permettant à la fois de développer des méthodes numériques et de réaliser des calculs scientifiques et industriels en mécanique des fluides et thermique. Dans le cadre de l'étude de la physique des transferts aux interfaces, notre laboratoire développe des outils de simulation numérique directe (SND) capables de décrire les écoulements diphasiques avec une résolution très fine (chaque bulle ou goutte de l'écoulement est prise en compte individuellement et résolue).

L'une de ces méthodes repose sur une méthode de suivi d'interfaces discontinues (méthode hybride FT/VOF du code Trio\_U) dans laquelle les interfaces sont des surfaces de discontinuités décrites par des maillages mobiles (ou lagrangiens) tandis que les équations de bilans dans les phases sont résolues sur un maillage eulérien.

Dans le cas du changement de phase, le comportement de cette méthode a été étudié dans sa version initiale, bidimensionnelle (plan ou axisymétrique, cf. images ci-dessous). En revanche, cette étude reste à faire dans le cas de simulations tridimensionnelles.



### Objectif :

L'objectif du stage est tout d'abord d'analyser et de quantifier les performances de la méthode tridimensionnelle sur un cas-test disposant d'une solution quasi-analytique (problème de Stefan). Puis, après avoir fait la démonstration de la capacité de la méthode à prendre en compte le changement de phase, elle sera utilisée pour étudier l'interaction entre plusieurs sites d'ébullition, notamment les effets collectifs entre sites, l'influence de la proximité d'autres sites sur la fréquence et la taille des bulles au détachement d'un site donné, sur le temps de latence entre deux bulles successives...

**Compétences :** Mécanique des fluides numérique ; goût pour la modélisation physique en mécanique des fluides et thermique, la simulation numérique, la programmation orientée objet (C++).

**Niveau :** MASTER2, DEA ou Stage de fin de 3<sup>ème</sup> année d'Ecole

**Durée :** Stage de 4 à 6 mois, poursuite envisageable en thèse sur un sujet connexe.

**Contacts :** **Olivier Lebaigue**  
 CEA-Grenoble - DER/SSTH/LMDL,  
 F-38054 Grenoble Cedex 9  
 Tél. : 04.38.78.36.70  
[olivier.lebaigue@cea.fr](mailto:olivier.lebaigue@cea.fr)

## PROPOSITION DE STAGE

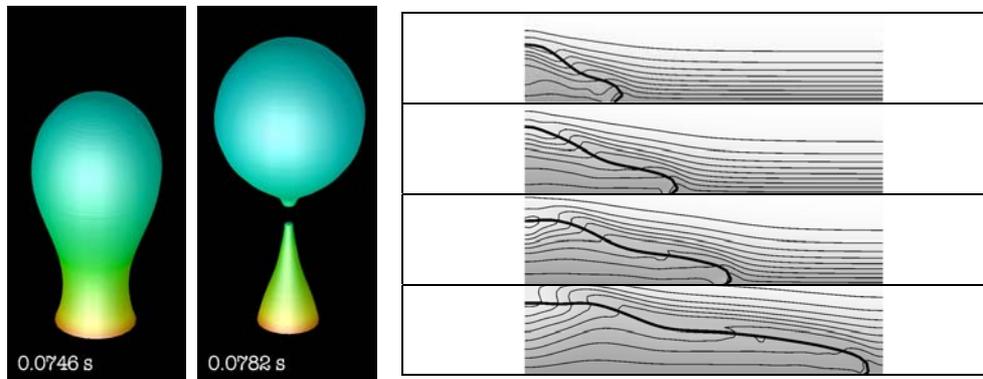
**Sujet :**

**Développement d'un modèle physique et numérique de dépôt de film liquide lors du démouillage rapide d'une paroi chauffée.**

**Contexte :**

Ce stage se déroule dans le cadre d'un projet de développement d'outils de simulation numérique directe des écoulements diphasiques (chaque bulle ou goutte est prise en compte individuellement) dans la plate-forme Trio\_U.

Dans le cas du changement de phase, le comportement de l'outil a été étudié dans sa version initiale bidimensionnelle mais cette étude reste à faire dans le cas de simulations tridimensionnelles, ce qui fait l'objet d'une autre proposition de sujet de stage. Néanmoins, les études réalisées en axisymétrie ont d'ores et déjà permis d'identifier le besoin de compléter la description actuelle de l'ébullition en ce qui concerne la phase de croissance rapide de la bulle et le dépôt d'une microcouche de liquide.



**Objectif :**

L'objectif du stage est de développer un modèle physique et numérique de dépôt de film liquide lors du démouillage rapide d'une paroi chauffée. Il s'agit de mieux décrire la phase de croissance d'une bulle de vapeur en paroi, lorsque celle-ci est telle que la vitesse de déplacement de la ligne de contact excède la vitesse limite de démouillage et conduit donc à une valeur microscopique nulle de l'angle de contact et au dépôt d'un film liquide sur la paroi.

On s'appuiera sur deux familles de travaux, dont l'une décrit l'enduction des parois par un film de liquide quand la vitesse de recul de la ligne de contact excède une valeur limite, et dont l'autre décrit les phénomènes de transferts de masse et de chaleur à une ligne de contact mobile en dessous de cette valeur limite.

Le développement d'un modèle physique de dépôt de film liquide sera ensuite mis en oeuvre et testé au sein de la plate-forme Trio\_U sur le cas de l'ébullition nucléée en paroi.

**Compétences :** Goût pour la modélisation physique en mécanique des fluides et thermique, la simulation numérique, éventuellement la programmation orientée objet (C++).

**Niveau :** MASTER2, DEA ou Stage de fin de 3<sup>ème</sup> année d'Ecole

**Durée :** Stage de 4 à 6 mois, poursuite envisageable en thèse sur un sujet connexe.

**Contacts :** **Olivier Lebaigue**  
 CEA-Grenoble - DER/SSTH/LMDL,  
 F-38054 Grenoble Cedex 9  
 Tél. : 04.38.78.36.70  
[olivier.lebaigue@cea.fr](mailto:olivier.lebaigue@cea.fr)

## PROPOSITION DE STAGE

**Sujet :**

**Etude numérique et physique de conditions aux limites de type paroi solide réalisée au moyen d'interfaces immergées**

**Contexte :**

Le code Trio\_U développé au CEA est une plate-forme permettant à la fois de développer des méthodes numériques et de réaliser des calculs scientifiques et industriels en mécanique des fluides. Dans le cadre de l'étude de la physique des transferts aux interfaces, notre laboratoire développe des outils de simulation numérique directe (SND) capables de décrire les écoulements diphasiques avec une résolution très fine (chaque bulle ou goutte de l'écoulement est prise en compte individuellement et résolue).

L'une de ces méthodes repose sur une méthode de suivi d'interfaces discontinues (méthode hybride FT/VOF du code Trio\_U) dans laquelle les interfaces sont des surfaces de discontinuités décrites par des maillages mobiles (ou lagrangiens) tandis que les équations de bilans dans les phases sont résolues sur un maillage eulérien. Les derniers développements ont permis de développer cette méthode dans les cas tridimensionnels au moyen d'un code parallélisé. En marge de ces développements, de premiers tests ont démontré que le concept de maillage lagrangien (interfaces immergées) pouvait également être utilisé pour représenter les parois d'objets solides immobiles ou de cinématique imposée.



**Objectif :**

L'objectif du stage est d'analyser les différents aspects de la méthode numérique utilisée afin d'identifier les qualités et les défauts du schéma actuellement utilisé pour prendre en compte des frontières immergées. Il faudra pour cela définir des cas-tests et des critères permettant d'évaluer la précision des conditions aux limites obtenues (ordre de convergence, nature et intensité des effets parasites, etc.).

Les tests commenceront en monophasique avec des parois fixes dans des conditions académiques pour lesquelles on dispose de résultats analytiques (écoulement de Poiseuille). D'autres formulations du schéma pourront être étudiées afin de réduire ou de supprimer les défauts identifiés.

Une fois cette première phase réalisée, on s'intéressera à l'extension de ces schémas aux cas de parois mobiles et aux écoulements diphasiques.

**Compétences :** Mécanique des fluides numérique ; goût pour la modélisation physique en mécanique des fluides et thermique, la simulation numérique, la programmation orientée objet (C++).

**Niveau :** MASTER2, DEA ou Stage de fin de 3<sup>ème</sup> année d'Ecole

**Durée :** Stage de 4 à 6 mois, poursuite envisageable en thèse sur un sujet connexe.

**Contacts :** **Olivier Lebaigue**  
CEA-Grenoble - DER/SSTH/LMDL,  
F-38054 Grenoble Cedex 9  
Tél. : 04.38.78.36.70  
[olivier.lebaigue@cea.fr](mailto:olivier.lebaigue@cea.fr)

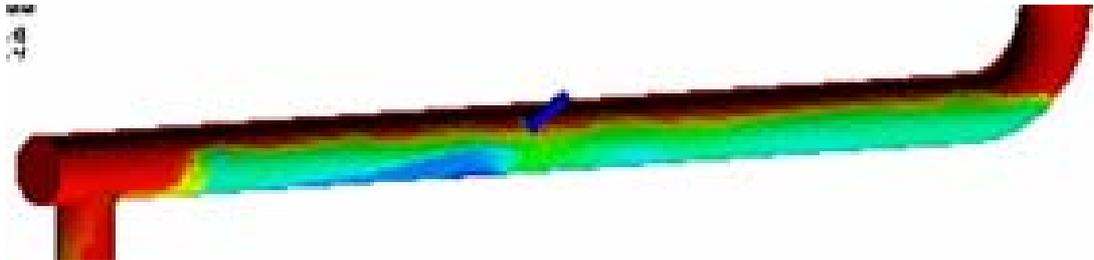


## PROPOSITION DE STAGE

### Sujet :

**Analyse d'une expérience eau-vapeur représentant une situation accidentelle dans un REP.**

**Thèmes de travail :** Dans le cadre des études de sûreté des Réacteurs à Eau sous Pression (REP), des expériences représentant des situations-clés ont été réalisées. On s'intéresse ici à l'injection d'eau froide dans une conduite balayée par de la vapeur saturée. Grâce à une nouvelle génération d'outils de simulation 3D des écoulements diphasiques, ces essais peuvent être analysés à la lumière de calculs plus proches de la physique des phénomènes mis en jeu. Le stagiaire mènera ces calculs, et les interprétera en les comparant à des données expérimentales. Les domaines de connaissance mis en jeu dans ce travail sont la mécanique des fluides, les écoulements diphasiques, les méthodes numériques, l'informatique, et l'usage de l'anglais dans ces disciplines.



### Intérêts du stage

- **pour le labo d'accueil :** cette étude fait partie des programmes du labo. Un stagiaire peut participer à son avancement.
- **pour le stagiaire :** ce sujet va lui permettre de mettre en pratique un ensemble de connaissances acquises scolairement dans un cas concret de R&D, dans un environnement stimulant d'équipes dont le métier est la simulation.
- **pour l'école :** ce sera pour elle l'occasion de mieux connaître nos activités et d'évaluer l'adéquation entre son enseignement et les besoins d'un organisme de R&D.

### Suite du stage :

le travail s'inscrit dans les domaines de la simulation et de la modélisation numériques, largement utilisés dans la recherche et l'industrie. Des débouchés sont possibles dans des branches industrielles variées (nucléaire, aérospatiale, pétrolière, etc.), dans le domaine informatique, ou académique.

### Contact :

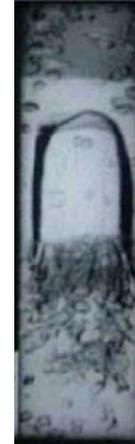
**Pierre COSTE**  
CEA-DEN/DER/SSTH/LMDL,  
17 rue des Martyrs,  
38054 Grenoble CEDEX, France,  
Tél : 04 38 78 53 63,  
e-mail : [pierre.coste@cea.fr](mailto:pierre.coste@cea.fr)

## PROPOSITION DE STAGE

### Sujet :

**Analyse avec simulation multi-D d'expériences de poches de Taylor.**

**Thèmes de travail :** Dans un code eulérien moyenné 3D à deux champs de vitesses, d'écoulement diphasique liquide/gaz, nous développons une approche avancée de simulation des grandes échelles de l'écoulement, en ajoutant la possibilité de prendre en compte les forces de tension superficielle sur les interfaces de taille plus grande que celle des mailles. Nous proposons dans ce stage de montrer dans un cas concret d'écoulement les nouvelles perspectives offertes par ces développements. Les domaines de connaissances mis en jeu dans ce travail sont la mécanique des fluides, les écoulements diphasiques, les méthodes numériques, l'informatique, et l'usage de l'anglais dans ces domaines.



### Intérêts du stage

- **pour le labo d'accueil :** cette étude fait partie des programmes du labo. Un stagiaire peut participer à son avancement.
- **pour le stagiaire :** ce sujet va lui permettre de mettre en pratique un ensemble de connaissances (listées ci-dessus) acquises scolairement dans un cas concret de R&D, dans un environnement stimulant d'équipes dont le métier est la simulation.
- **pour l'école :** ce sera pour elle l'occasion de mieux connaître nos activités et d'évaluer l'adéquation entre son enseignement et les besoins d'un organisme de R&D.

### Suite du stage :

le travail s'inscrit dans les domaines de la simulation et de la modélisation numériques, largement utilisés dans la recherche et l'industrie. Des débouchés sont possibles dans des branches industrielles variées (nucléaire, aérospatiale, pétrolière, etc.), dans le domaine informatique, ou académique.

### Contact :

**Pierre COSTE**  
 CEA-DEN/DER/SSTH/LMDL,  
 17 rue des Martyrs,  
 38054 Grenoble CEDEX, France,  
 Tél : 04 38 78 53 63,  
 e-mail : [pierre.coste@cea.fr](mailto:pierre.coste@cea.fr)



## PROPOSITION DE STAGE

**Sujet :**

**Validation du module 3D local du code diphasique Neptune, par le calcul de cas de benchmarks académiques ou non**

**Contexte :**

Dans le cadre du développement des codes diphasiques du futur, le module 3D local de Neptune est validé sur des cas de calculs plus simples que ceux rencontrés dans les situations industrielles.

**Objectif :**

L'objet de ce stage est d'étudier le comportement physico-numérique du module 3D local de Neptune sur quelques cas d'écoulement 2D ou 3D afin d'examiner le comportement d'un solveur à maillage colocalisé sur des cas représentatifs des situations industrielles, vis-à-vis des phénomènes diphasiques. Des calculs paramétriques devront être réalisés, en jouant notamment sur la sensibilité des résultats de calcul aux maillages, aux modèles physiques du code, aux types de conditions aux limites.

**Compétences :**

Mécanique des fluides ; modélisation physique en mécanique des fluides, la simulation numérique.

**Niveau :**

MASTER 2, DEA ou Stage de fin de 3<sup>ème</sup> année d'Ecole

**Durée :**

Stage de 4 à 6 mois.

**Contacts :**

**Sylvain Pigny**  
CEA-Grenoble - DER/SSTH/LMDL,  
F-38054 Grenoble Cedex 9  
Tél. : 04.38.78.55.06  
[sylvain.pigny@cea.fr](mailto:sylvain.pigny@cea.fr)

## PROPOSITION DE STAGE

### Sujet :

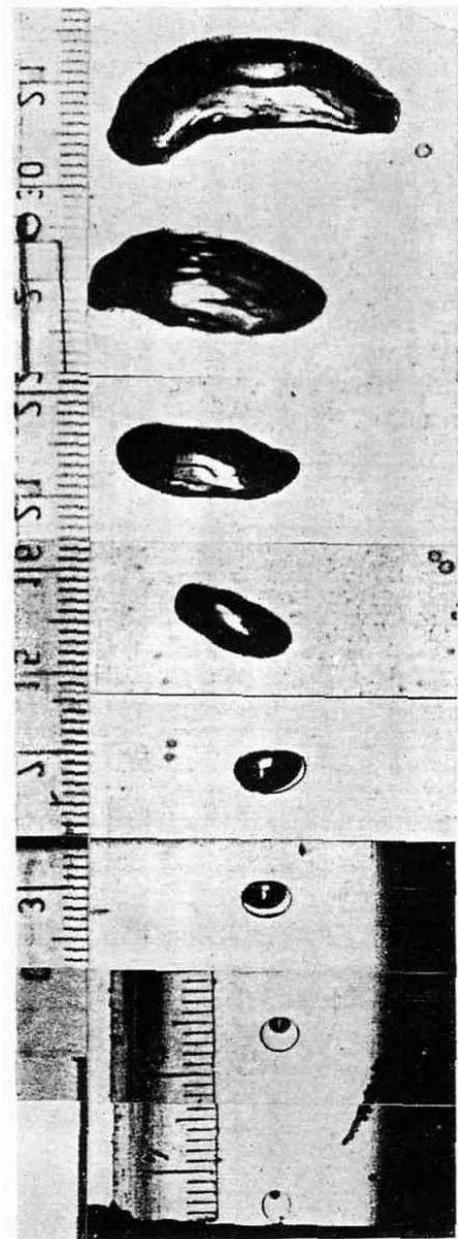
**Ascension et ébullition d'une goutte de liquide volatile dans un liquide plus lourd : application aux accidents graves de réacteurs nucléaires refroidis au sodium**

### Contexte :

Dans la phase de transition d'une séquence d'accident grave de RNR au sodium, un bain de combustible  $UO_2$  liquide se forme, avec en son sein la présence de populations de gouttes d'acier, issues de la fusion des gaines de combustibles. La température du combustible liquide est supérieure à la température d'ébullition de l'acier. Celui-ci se vaporise, et les forces d'Archimède dues à l'ébullition des gouttes d'acier jouent un rôle important dans la relocalisation, et par conséquent, l'éventuelle recriticité du combustible  $UO_2$ . La cinétique d'ébullition des gouttes d'acier dépend à son tour de la configuration géométrique adoptée par la goutte d'acier et sa bulle de vapeur au sein du milieu environnant. L'attention doit se porter sur les phénomènes qui gouvernent ces configurations géométriques.

### Objectif :

L'objectif du stage est d'analyser par des calculs numériques, comparés à des expériences, le comportement du couple bulle goutte au cours de son ascension et de la vaporisation, à l'aide du code de simulation 3D SIMMER, et de perfectionner les algorithmes déjà écrits pour représenter de manière explicite les phénomènes de tension de surface entre les milieux à une échelle plus grande que la taille des mailles du domaine de calcul.



**Compétences :** Mécanique des fluides ; modélisation physique en mécanique des fluides, la simulation numérique.

**Niveau :** MASTER 2, DEA ou Stage de fin de 3<sup>ème</sup> année d'Ecole

**Durée :** Stage de 4 à 6 mois.

**Contacts :** **Sylvain Pigny**  
 CEA-Grenoble - DER/SSTH/LMDL,  
 F-38054 Grenoble Cedex 9  
 Tél. : 04.38.78.55.06  
[sylvain.pigny@cea.fr](mailto:sylvain.pigny@cea.fr)

## PROPOSITION DE STAGE

### Sujet :

**Simulation numérique de phénomènes de convection mixte avec le logiciel TRIO\_U**

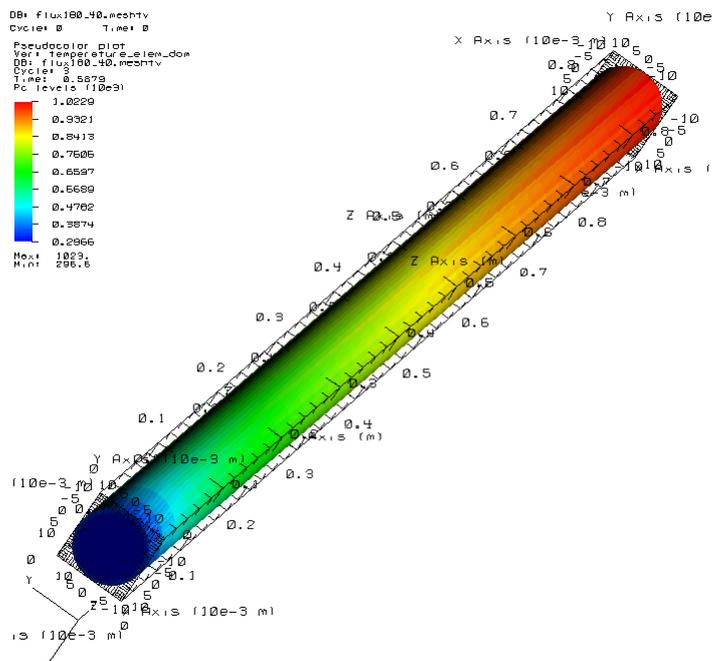
### Contexte :

TRIO\_U est un code de calcul permettant la simulation des écoulements monophasiques turbulents. Il utilise la méthode des volumes différences finis avec un maillage structuré ou non-structuré, des modèles de turbulence divers (RANS, simulations des grandes échelles), et différents types de schémas de résolution des équations.

La validation d'un logiciel consiste à vérifier la cohérence des résultats de ce code sur des configurations faisant appel aux différents modèles implantés dans le code. Cette vérification peut se faire à partir de résultats théoriques, de résultats d'expériences ou de calculs effectués avec d'autres logiciels. L'objectif général est de disposer d'un outil dont les capacités de prédiction sont fiables et validées.

### Objectif :

Le stage consistera une fois défini un cas test de validation, à utiliser TRIO\_U avec un maillage non structuré pour calculer ce cas, et contribuer ainsi à la mise en œuvre du dossier de validation du code.



**Compétences :** Thermo-hydraulique, Mécanique des fluides, thermique, goût pour la simulation numérique, langage de programmation C++

**Niveau :** Stage de 2<sup>ème</sup> ou de 3<sup>ème</sup> année d'Ecole d'ingénieur

**Durée :** Stage de 4 à 6 mois,.

**Contacts :** **Simone Vandroux**  
 CEA-Grenoble - DER/SSTH/LMDL,  
 F-38054 Grenoble Cedex 9  
 Tél. : 04.38.78.54.88  
[simone.vandroux@cea.fr](mailto:simone.vandroux@cea.fr)

## PROPOSITION DE STAGE

### Sujet :

**Simulation physico-numérique d'écoulements en sodium dans des conditions de stratification et /ou de mélange**

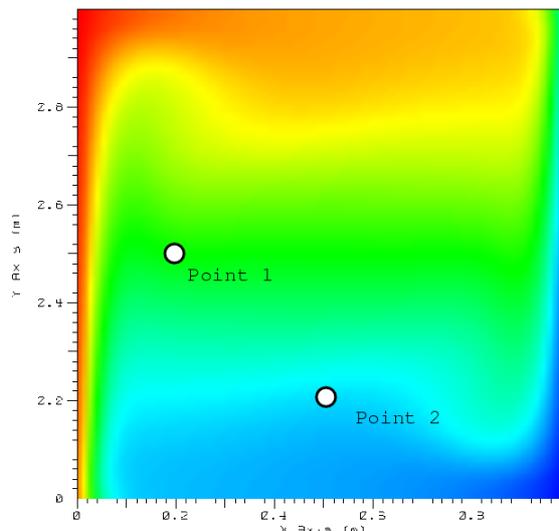
### Contexte :

Trio\_U est un code de calcul permettant la simulation des écoulements monophasiques turbulents. Il utilise la méthode des volumes différences finis avec un maillage structuré ou non-structuré, des modèles de turbulence divers (RANS, simulations des grandes échelles), et différents types de schémas de résolution des équations. Il est utilisé notamment pour l'étude du fonctionnement accidentel des réacteurs nucléaires. Son domaine de validation actuel est essentiellement lié aux réacteurs à eau sous pression (REP) et aux réacteurs à gaz, mais on souhaite étendre ce domaine aux réacteurs à sodium.

### Objectif :

Il s'agira de valider Trio\_U sur une physique liée au fonctionnement des réacteurs au sodium. En particulier des calculs simples devront permettre de déterminer la validité des résultats physiques du code sur la modélisation d'écoulements en sodium liquide. Des calculs plus complexes mettront en jeu des phénomènes hydrauliques particuliers (stratification, mélange) présents dans les réacteurs.

Les différents résultats seront bien sûr analysés, critiqués, et comparés à d'autres études (analytiques, expérimentales, logicielles...). Des améliorations pourront être proposées.



**Compétences :** Mécanique des fluides ; goût pour la modélisation physique en mécanique des fluides, la simulation numérique et, éventuellement, la programmation orientée objet (C++).

**Niveau :** DESS, DEA ou fin de 3<sup>ème</sup> année d'Ecole

**Durée :** Stage de 4 à 6 mois.

**Contacts :** **Valérie Barthel**  
CEA-Grenoble - DER/SSTH/LMDL,  
F-38054 Grenoble Cedex 9  
Tél. : 04.38.78.48.72  
[valerie.barthel@cea.fr](mailto:valerie.barthel@cea.fr)