



Centre : CEA Grenoble

Pôle ou Direction : DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LIEX

Encadrement

| | | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|----------|--------------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : | Manuel SAEZ Geneviève GEFFRAYE | Tél. : | 04 38 78 30 87 |
| Bâtiment | 1005 | E-mail : | manuel.saez@cea.fr |
| | | 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 |

Travail confié au Stagiaire

Contexte du sujet

Le développement de systèmes de réacteurs nucléaires refroidis au gaz prévoit 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 les codes de fonctionnement. Pour la validation finale du concept, une installation expérimentale de plus grande puissance est toutefois requise.

Sujet confié au stagiaire / objectifs du stage

Dans un premier temps, l'action consiste à réaliser une étude de similitude. Il s'agit 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.

Dans un second temps, la réalisation d'un jeu de données CATHARE conduira à un état permanent et des transitoires accidentels pourront 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 (voir Remarques →)

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



Centre : Grenoble

Direction : DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LMDL

Encadrement

| | | | |
|----------------------------------|----------------|----------|------------------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : | V. Barthel | Tél. : | 04 38 78 48 72 |
| Bâtiment : | 10.05 | E-mail : | Valerie.barthel@cea.fr |
| Téléphone du secrétariat : | 04 38 78 39 75 | Fax : | 04 38 78 50 36 |
| Nom du chef de laboratoire : | F. Ducros | Tél. : | 04 38 78 52 28 |

Travail confié au Stagiaire

Contexte du sujet : Simulation numérique avec le logiciel Trio_U - Etude d'instabilités dans une couche de cisaillement en écoulement turbulent

Sujet confié au stagiaire / objectifs du stage (à compléter si besoin est sur une feuille annexe)

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'études du fonctionnement accidentel des réacteurs nucléaires.

On souhaite étudier le comportement du logiciel sur une couche de cisaillement entre deux fluides à contre-courant avec ou sans effets de densité.

Il s'agira de mettre en place un calcul permettant de reproduire les instabilités qui peuvent apparaître dans des écoulements industriels et qui sont liées aux phénomènes de contre-courant qui peuvent naître pour diverses raisons (recirculations, écoulements en sens inverse,...). Leur simulation nécessite une grande finesse dans les modèles utilisés.

Ce calcul pourra nécessiter des moyens de calcul importants sur des calculateurs parallèles. Il pourra tenir compte ou non d'effets liés à une stratification thermique.

Il sera bien sûr analysé et critiqué, et comparé si possible avec d'autres études (analytiques ou non).

Domaines de spécialité requis (à classer par ordre de priorité)

| | |
|-----------------------|---|
| Mécanique des fluides | 1 |
| Thermique | 2 |
| Numérique | 3 |

Moyens informatiques mis en œuvre

Langages : C++
Logiciels : Trio_U et logiciels de post-traitement

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

Analyse physique et numérique

Formation souhaitée : Niveau : 3^{ème} année d'école d'ingénieurs ou DEA

Durée du stage : Durée du stage : 4 à 6 mois

Niveau d'habilitation requis (voir avec le CACS)

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

**Centre :** GRENOBLE**Direction :** DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LMDL

Encadrement

| | | | |
|----------------------------------|------------------|----------|-------------------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : | Gauthier Fauchet | Tél. : | 04 38 78 43 75 |
| Bâtiment : | 10 05 | E-mail : | gauthier.fauchet@cea.fr |
| Téléphone du secrétariat : | 04 38 78 39 75 | Fax : | 04 38 78 50 36 |
| Nom du chef de laboratoire : | Frédéric Ducros | Tél. : | 04 38 78 52 28 |

Travail confié au Stagiaire

Contexte du sujet :

Dans le cadre de la gestion des déchets radioactifs, le CEA étudie l'entreposage de longue durée des colis. Cet entreposage repose sur le principe de refroidissement par convection naturelle. Ainsi, on étudie les échanges thermiques entre le fluide et les solides (colis) qui dégagent de la puissance. Cependant, la résolution numérique directe d'un tel problème suppose un maillage tellement raffiné que son coût numérique est prohibitif dans le cadre d'une étude industrielle. D'où l'idée d'utiliser des approches de type moyennées, développées dans le cadre de l'étude des milieux poreux.

Sujet confié au stagiaire / objectifs du stage (**à compléter si besoin est sur une feuille annexe**)**Couplage thermique fluide/solide dans une salle d'entreposage.**

Ce travail s'appuiera sur un logiciel existant : TRIOU_PRICELESS, logiciel dédié à la résolution des problèmes de thermohydrauliques : écoulements laminaires et turbulent, échanges thermiques,....Trois actions sont à prévoir :

- Aspect théorique : faire le lien entre le formalisme de l'approche moyennée, et les corrélations existantes.
- Validation de cette approche sur un cas test simple stationnaire.
- Extension du modèle à une situation instationnaire, prenant en compte les cycles thermiques extérieurs : jour/nuit

Domaines de spécialité requis (**à classer par ordre de priorité**)

Mécanique des fluides, Thermique, Goût pour la simulation numérique et la programmation orientée objet (C++)

Moyens informatiques mis en œuvre

Langages : C++, environnement UNIX
Logiciels : TRIOU_PRICELESS

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

Formation souhaitée : DEA ou 3^{ème} année d'école d'ingénieur**Durée du stage : 6 mois*****Niveau d'habilitation requis (voir avec le CACS)***

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



Centre : Grenoble

Direction : DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LMDL

Encadrement

| | | | |
|----------------------------------|----------------|----------|------------------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : | S.Vandroux | Tél. : | 04 38 78 54 88 |
| Bâtiment : | 10.05 | E-mail : | simone.vandroux@cea.fr |
| Téléphone du secrétariat : | 04 38 78 30 54 | Fax : | 04 38 78 51 95 |
| Nom du chef de laboratoire : | F. Ducros | Tél. : | 04 38 78 52 28 |

Travail confié au Stagiaire

Contexte du sujet : Validation du logiciel TRIO_U

Sujet confié au stagiaire / objectifs du stage (à compléter si besoin est sur une feuille annexe)

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.

Une première partie du stage consiste à effectuer une recherche bibliographique dans le but de proposer un ensemble de cas tests de validation complémentaires à ceux existants pour le logiciel TRIO_U.

Dans un deuxième temps, le stagiaire sera amené à utiliser TRIO_U sur certains de ces cas tests, afin de contribuer à la mise en œuvre du dossier de validation du code.

Domaines de spécialité requis (à classer par ordre de priorité)

| | |
|-----------------------|---|
| Mécanique des fluides | 1 |
| Thermique | 2 |
| Matériaux | 3 |

Moyens informatiques mis en œuvre

Langages : C++

Logiciels : _____

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

Rigueur, esprit critique

Formation souhaitée : Niveau : 3^{ème} année d'école d'ingénieurs ou DEA ou DESS**Durée du stage** : Durée du stage : 4 à 6 mois**Niveau d'habilitation requis (voir avec le CACS)**

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

1. Titre

Qualification et amélioration de la corrélation de débit critique implantée 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

Le code CATHARE est code diphasique, écrit sur la base d'un modèle à deux fluides (eau-vapeur) et six équations (bilan de masse, d'énergie et de quantité de mouvement pour chacune des phases). La présence de lois de fermeture fait appel à un package de corrélations physiques qui, dans sa dernière version, est validé sur un total de 1000 essais expérimentaux (soit environ 45 installations expérimentales).

Le sujet proposé consiste à qualifier et améliorer la corrélation de débit critique sur la base d'analyse de données expérimentales qui couvrent un large domaine de conditions initiales (pression, débit en entrée, sous-saturation / titre en entrée) et géométriques (géométrie de la tuyère). Selon les expériences considérées, la prédiction du débit critique par CATHARE est plus ou moins bonne.

Sur la base des deux séries de tests majeurs, il est proposé d'analyser en détails le comportement de la corrélation et de préconiser des pistes d'amélioration. La ou les pistes proposées seront alors testées sur l'ensemble des données expérimentales disponibles afin de retenir celle qui permet d'avoir un comportement du code le plus satisfaisant pour l'ensemble des tests.

4. Candidat souhaité

3^{ème} année Ecole d'Ingénieur, Master Durée 4 à 6 mois

Compétences requises: hydraulique, thermique, thermohydraulique
Informatique: FORTRAN, UNIX
anglais

5. Contact

Isabelle DOR
CEA-Grenoble DEN/DER/SSTH/LDAS
17, Avenue des Martyrs, 38054 Grenoble Cedex 9
FRANCE
Phone : (33) 4.38.78.59 70
E-Mail : isabelle.dor@cea.fr

PROPOSITION DE STAGE INGENIEUR OU DEA

Intitulé : Validation du code CATHARE pour des applications liées aux réacteurs à caloporteur gaz. Comparaison avec les données expérimentales EVO.

Laboratoire : CEA Grenoble
SSTH/LDAS

Lieu : Grenoble

Durée : 4 à 6 mois.

Profil et Niveau : Elève ingénieur. Stage de fin d'étude 3^{ème} année ou DEA.

Contexte

De nouveaux concepts de réacteurs 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.

Pour évaluer le potentiel de l'ensemble des réacteurs à caloporteur gaz, l'objectif est de disposer d'un ensemble d'outils de calcul, qualifiés sur la base expérimentale la plus large possible, permettant un calcul fiable des principales caractéristiques de ces réacteurs, tant en fonctionnement normal qu'en situations incidentelle et accidentelle.

Descriptif du stage

Des études de sûreté sont menées avec CATHARE, code de sûreté de référence en France, qui est un outil d'analyse de fonctionnement pouvant traiter des régimes permanents, des transitoires de fonctionnement (démarrages, arrêt) et accidentel.

On utilisera des données fournies par EVO, entreprise allemande qui a construit dans les années 70 une chaudière thermique à hélium dont la partie conversion d'énergie est similaire à celle des réacteurs nucléaires à cycle direct, mais avec un brûleur à gaz comme source d'énergie.

Il s'agira de modéliser avec CATHARE cette boucle et de comparer les résultats obtenus avec les points de mesure sur des situations de fonctionnement ou accidentelles. Des tests de sensibilité à la modélisation sont envisagés.

Contacts au CEA

Genevieve Geffraye
CEA Grenoble – DER/SSTH/LDAS
17, rue des martyrs
38054 Grenoble Cedex 9
T : 04 38 78 59 69
F : 04 38 78 94 53
genevieve.geffraye@cea.fr.

Martine Farvacque
T : 04 38 78 50 43
F : 04 38 78 94 53
martine.farvacque@cea.fr

PROPOSITION DE STAGE INGENIEUR

Intitulé : Implantation de nouvelles lois de mélanges de gaz binaires dans le code CATHARE pour des applications à des réacteurs à caloporteur gaz.

Laboratoire : CEA Grenoble
SSTH/LDAS

Lieu : Grenoble

Durée : 4 à 6 mois.

Profil et Niveau : Elève ingénieur. Stage de 2^{ème} ou de 3^{ème} année

Contexte

De nouveaux concepts de réacteurs 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.

Un des concepts retenu est un réacteur à cycle indirect avec un circuit primaire en Helium et un circuit secondaire en mélange 20% Helium / 80% Azote.

Descriptif du stage

Des études de sûreté sur ce nouveau concept sont menées avec CATHARE, code de sûreté de référence en France, qui permet de simuler des transitoires de fonctionnement et de situations accidentelles d'un réacteur à caloporteur gaz.

Dans CATHARE actuellement, tous les gaz, ainsi que le mélange de deux gaz, sont traités comme des gaz parfaits. Dans le cas de l'hélium cette hypothèse est justifiée. Par contre ce n'est pas le cas pour l'azote ni pour le mélange 20% hélium/80% azote retenu jusqu'à présent. De plus, les propriétés physiques d'un mélange gazeux sont calculées simplement à partir d'une pondération en fraction molaire des propriétés de chaque gaz.

Il s'agira d'introduire dans CATHARE une nouvelle loi de mélange gazeux et d'évaluer l'impact de cette amélioration de la description des propriétés physiques des gaz sur l'évolution des transitoires CATHARE. Le stagiaire pourra tester l'impact de différentes lois de mélange que l'on trouve dans la littérature.

Contact au CEA

Genevieve Geffraye
CEA Grenoble – DER/SSTH/LDAS
17, rue des martyrs
38054 Grenoble Cedex 9
T : 04 38 78 59 69
F : 04 38 78 94 53
genevieve.geffraye@cea.fr.

Martine Farvacque
T : 04 38 78 50 43
F : 04 38 78 94 53
martine.farvacque@cea.fr

PROPOSITION DE STAGE INGENIEUR OU DEA

Intitulé : Etude de transitoires accidentels d'un réacteur à caloporteur gaz nouvelle génération à l'aide du logiciel CATHARE.

Laboratoire : CEA Grenoble
SSTH/LDAS

Lieu : Grenoble

Durée : 4 à 6 mois.

Profil et Niveau : Elève ingénieur. Stage de fin d'étude 3^{ème} année ou DEA.

Contexte

De nouveaux concepts de réacteurs 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

Sur la base des études réalisées en 2004, le stagiaire devra démarrer les études de sûreté sur un nouveau concept de réacteur à gaz . 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.

Contact au CEA

Genevieve Geffraye
CEA Grenoble – DER/SSTH/LDAS
17, rue des martyrs
38054 Grenoble Cedex 9
T : 04 38 78 59 69
F : 04 38 78 94 53
genevieve.geffraye@cea.fr.

Martine Farvacque
T : 04 38 78 50 43
F : 04 38 78 94 53
martine.farvacque@cea.fr

1. Titre

Prototypage d'une IHM graphique pour les « objets thermiques » (parois, combustibles) du module 3D des projets CATHARE ou NEPTUNE-Système.

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 actuellement 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 parois et combustibles du composant 3D, en couvrant la facette « industrielle » (ciblée cuve REP) - CATHARE - et la facette « R&D » (domaine 3D quelconque) - NEPTUNE-Système -. La spécification d'un domaine hydraulique a été l'objet d'un stage en 2004 ; on désire adresser en 2005 la spécification des parois et des grappes combustibles si possible en s'appuyant sur les concepts proposés pour l'hydraulique.

4. Candidat souhaité

3^{ème} année Ecole d'Ingénieur, Master Durée 6 mois
profil informaticien

la nature du sujet ainsi que le volume de travail sont 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

1. Titre

Amélioration du schéma Newton-Raphson du code de thermohydraulique 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

Le Code Cathare résout les équations du modèle à deux fluides ; il s'agit d'un système non-linéaire résolu de façon « modulaire » par composant permettant ainsi une optimisation à la fois séquentielle et parallèle des traitements. Le calcul des jacobiens à chaque itération du processus Newton-Raphson constitue une charge de calcul importante et toute méthode permettant d'alléger cette charge calcul peut s'avérer payante sur les performances globales du code. On propose donc de mettre au point des variantes du schéma de résolution et de les tester sur des cas industriels réalistes afin d'en évaluer l'efficacité (bonne convergence, faible coût calcul, qualité de la solution physique)

En 2004, une première étape a été franchie en démontrant l'intérêt de ce type d'optimisation pour le module 3D ; on propose d'étendre la méthode aux autres modules et d'en estimer les bénéfices potentiels pour des calculs systèmes complets.

4. Candidat souhaité

3^{ème} année Ecole d'Ingénieur, DESS

Durée 4 à 6 mois

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

5. Contact

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

1. Titre

Etude de faisabilité d'un module thermique 2D couplé au code de thermohydraulique 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

Le code Cathare voit émerger des extensions de son domaine d'application : ce sont par exemple, les réacteurs d'essais, la propulsion navale, la propulsion spatiale qui tous font appel au savoir-faire en écoulements diphasiques. De nouveaux besoins apparaissent dont celui d'un traitement multidimensionnel de la thermique des parois attachées à l'hydraulique Cathare.

Le sujet proposé consiste à développer et à mettre au point un schéma de couplage entre la thermique radiale 1D standard de CATHARE et un traitement 2D de parois à géométrie complexe.

Une solide campagne de tests sera mise en oeuvre afin de confirmer la validité des choix retenus notamment dans le cas des écoulements stratifiés ainsi que dans les transitions entre régimes d'échange thermique paroi-fluide.

4. Candidat souhaité

3^{ème} année Ecole d'Ingénieur, DESS Durée 4 à 6 mois
attirait pour les méthodes numériques et l'analyse physique, connaissance en programmation

5. Contact

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 : | Brigitte NOEL | Tél. : | 04 38 78 42 32 | |
| Bâtiment | 1005 | E-mail : | NOELBr@chartreuse.cea.fr | |
| | | 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 | |

Travail confié au Stagiaire

Contexte du sujet

Validation du logiciel CATHARE sur le pressuriseur des réacteurs de propulsion nucléaire dans le cadre du schéma directeur des codes de calcul pour la propulsion nucléaire.

Sujet confié au stagiaire / objectifs du stage

L'objectif du stage est la modélisation du pressuriseur des réacteurs de propulsion nucléaire avec le logiciel CATHARE, code de thermohydraulique diphasique accidentel, et la qualification sur des essais

Le stagiaire devra prendre connaissance des caractéristiques d'une chaufferie de propulsion nucléaire et du logiciel CATHARE, de proposer une modélisation du pressuriseur et de valider la modélisation sur des résultats expérimentaux

Domaines de spécialité requis

Thermohydraulique 1 ϕ et 2 ϕ
Mécanique des fluides

Moyens informatiques mis en œuvre

Langages : fortran _____
Logiciels : microsoft office, CATHARE, unix _____

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

Formation souhaitée : 2^{ème} ou 3^{ème} année école d'ingénieur ou DEA

Durée du stage : 4 mois minimum

Niveau d'habilitation requis (voir Remarques →)

| | | | |
|---|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> Accès Sensible | <input type="checkbox"/> Garantie de Sécurité | <input checked="" 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 : | Brigitte NOEL | Tél. : | 04 38 78 42 32 | |
| Bâtiment | 1005 | E-mail : | NOELBr@chartreuse.cea.fr | |
| | | 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 | |

Travail confié au Stagiaire

Contexte du sujet

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)

Sujet confié au stagiaire / 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 dont le domaine de fonctionnement (faible pression, fort débit et fort flux) et la géométrie du cœur (canal rectangulaire) sont différents des conditions d'un réacteur nucléaire de puissance pour lequel le logiciel CATHARE a été qualifié.

Domaines de spécialité requis

Thermohydraulique 1 ϕ et 2 ϕ
Mécanique des fluides

Moyens informatiques mis en œuvre

Langages : fortran _____
Logiciels : microsoft office, CATHARE,unix _____

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

Formation souhaitée : 2^{ème} ou 3^{ème} année école d'ingénieur ou DEA

Durée du stage : 4 mois minimum

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 |
|---|---|---|---|

**Centre :** CEA-Grenoble**Direction :** DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LMDL

Encadrement

| | | | |
|----------------------------------|-------------------|----------|-----------------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : | BOUDIER Pascal | Tél. : | 04.38.78.56.50 |
| Bâtiment : | 1005 | E-mail : | pascal.boudier@cea.fr |
| Téléphone du secrétariat : | WURSTEN Marinette | Fax : | 04.38.78.57.28 |
| | | | 04.38.78.30.54 |
| Nom du chef de laboratoire : | DUCROS Frédéric | Tél. : | 04.38.78.52.28 |

Travail confié au Stagiaire

Contexte du sujet : Projet NEPTUNE, Modèle de RENOVAGE, Solver thermique 2D, Couplages

Sujet confié au stagiaire / objectifs du stage (à compléter si besoin est sur une feuille annexe)

La mise au point d'un nouveau modèle de Renoyage, dans le projet NEPTUNE, passe par le développement d'un solver thermique 2D couplé fortement à l'hydraulique 1D du code CATHARE (écoulement diphasique). Un solver thermique 2D a déjà été développé et couplé faiblement à CATHARE 1D sur un cas test mono-phasique.

Le but de ce stage est, à partir de ce solver thermique 2D de CATHARE 1D, de proposer une méthode numérique de couplage forte, avec des flux à la paroi implicites en les variables thermiques et hydrauliques, méthode qui permette de passer des cas tests d'écoulement totalement diphasiques (bouillote,renoyage).

On explorera dans ce stage les voies couplage fort avec solver thermique semi-implicite, avec solver de type ADI (factorisation directionnelle de la matrice thermique), couplage en bloc ou monolithique entre thermique et hydraulique. On intégrera dans le choix des solutions de couplage les contraintes de robustesse (stabilité), de coût informatique (cpu).

Domaines de spécialité requis (à classer par ordre de priorité)

| | |
|-----------------------|-------------|
| Mécanique des fluides | prioritaire |
| Thermique | prioritaire |
| Matériaux | indifférent |

Moyens informatiques mis en œuvre

Langages :FORTRAN F77/F90, Linux, UNIX, Windows _____

Logiciels : bureautique (word,excel,...) _____

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

Utilisation du code CATHARE, développements logiciels, présentation orale, rédaction d'un rapport

Formation souhaitée : niveau bac+5, École Ingénieur, MASTER, profil mécanicien et profil numéricien**Durée du stage : 6 mois à 12 mois*****Niveau d'habilitation requis (voir avec le CACS)***

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



Centre : Grenoble

Direction : DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LMDL

Encadrement

| | | | |
|----------------------------------|-----------------|----------|---------------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : | Didier JAMET | Tél. : | 04.38.78.45.42 |
| Bâtiment : | 10.05 | E-mail : | didier.jamet@cea.fr |
| Téléphone du secrétariat : | 04.38.78.30.54 | Fax : | 04.38.78.51.95 |
| Nom du chef de laboratoire : | Frédéric DUCROS | Tél. : | 04.38.78.52.28 |

Travail confié au Stagiaire

Contexte du sujet

Sujet confié au stagiaire / objectifs du stage (**à compléter si besoin est sur une feuille annexe**)

Voir feuille jointe.

Domaines de spécialité requis (**à classer par ordre de priorité**)

Mécanique des fluides
Thermique
Mathématiques appliquées

Moyens informatiques mis en œuvre

Langages : C++ _____
Logiciels : Trio_U _____

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

Formation souhaitée : troisième année d'école d'ingénieur ou DEA

Durée du stage : 4 à 6 mois

Niveau d'habilitation requis (voir avec le CACS)

Méthode d'interfaces diffuses avec faible épaisseur d'interface pour les écoulements de fluides non miscibles

La simulation numérique directe des écoulements diphasiques reste aujourd'hui un problème difficile et encore largement ouvert. Parmi l'ensemble des techniques développées, la classe des méthodes à interfaces diffuses se caractérise par le fait qu'une interface n'est pas modélisée classiquement comme une surface de discontinuité, mais comme une *zone volumique de transition*. A travers cette zone, les propriétés physiques du fluide, telles que sa masse volumique par exemple, peuvent avoir des variations très importantes, mais néanmoins *continues*. Cette caractéristique rend les méthodes à interfaces diffuses numériquement attractives car les interfaces n'ont pas à être traitées de manière particulière : l'ensemble du mouvement des interfaces fait partie de la solution générale du système d'équations régissant le mouvement du fluide. Cette caractéristique facilite en outre grandement la programmation d'algorithmes tridimensionnels et parallèles. Ces modèles sont néanmoins plus complexes à construire car basés sur une modélisation thermodynamique non classique. En outre, les zones de transition étant d'épaisseur non nulle, elles doivent actuellement être décrites par environ quatre points de discrétisation du domaine physique. La littérature fait état d'une méthode particulière permettant de réduire cette épaisseur, ce qui rend ces méthodes d'autant plus attractives. Cependant, cette méthode est *a priori* dédiée à un type particulier de discrétisation, *i.e.* maillage structuré régulier.

L'objet de ce stage est double. D'une part, le modèle décrit dans la littérature sera mis en oeuvre dans le logiciel Trio_U développé dans notre laboratoire et dans lequel une méthode d'interfaces diffuses est déjà disponible (voir figure ci-dessous). L'efficacité de cette méthode sera évaluée sur des écoulements complexes pour lesquelles les gains attendus sont les plus importants. D'autre part, le candidat mettra au point une méthode plus générale actuellement développée par notre équipe et basée sur un principe physique de minimisation. Les développements seront effectués dans le logiciel Trio_U qui est orienté objet et écrit en C++ de manière à rendre les développements aussi génériques que possible et le parallélisme quasiment transparent.

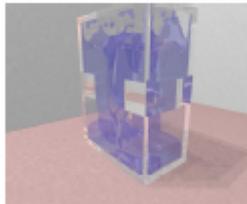


FIG. 1 – Simulation numérique d'un écoulement diphasique par une méthode d'interfaces diffuses.

Profil recherché : troisième année d'école d'ingénieur ou DEA en mécanique, énergétique ou mathématiques appliquées

Contact : Didier Jamet (CEA-Grenoble), didier.jamet@cea.fr, 04.38.78.45.42



Centre : Grenoble

Direction : DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LMDL

Encadrement

| | | | |
|----------------------------------|-----------------|----------|---------------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : | Didier JAMET | Tél. : | 04.38.78.45.42 |
| Bâtiment : | 10.05 | E-mail : | didier.jamet@cea.fr |
| Téléphone du secrétariat : | 04.38.78.30.54 | Fax : | 04.38.78.51.95 |
| Nom du chef de laboratoire : | Frédéric DUCROS | Tél. : | 04.38.78.52.28 |

Travail confié au Stagiaire

Contexte du sujet

Sujet confié au stagiaire / objectifs du stage (**à compléter si besoin est sur une feuille annexe**)

Voir feuille jointe.

Domaines de spécialité requis (**à classer par ordre de priorité**)

| |
|--|
| Mécanique des fluides Thermique Mathématiques appliquées |
|--|

Moyens informatiques mis en œuvre

| |
|--------------------------|
| Langages : C++ _____ |
| Logiciels : Trio_U _____ |

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

Formation souhaitée : troisième année d'école d'ingénieur ou DEA**Durée du stage : 4 à 6 mois*****Niveau d'habilitation requis (voir avec le CACS)***

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

Validation d'une méthode d'interfaces diffuses pour la simulation numérique d'écoulements diphasiques

La simulation numérique directe des écoulements diphasiques reste aujourd'hui un problème difficile et encore largement ouvert. Parmi l'ensemble des techniques développées, la classe des méthodes à interfaces diffuses se caractérise par le fait qu'une interface n'est pas modélisée classiquement comme une surface de discontinuité, mais comme une *zone volumique de transition*. A travers cette zone, les propriétés physiques du fluide, telles que sa masse volumique par exemple, peuvent avoir des variations très importantes, mais néanmoins *continues*. Cette caractéristique rend les méthodes à interfaces diffuses numériquement attractives car les interfaces n'ont pas à être traitées de manière particulière : l'ensemble du mouvement des interfaces fait partie de la solution générale du système d'équations régissant le mouvement du fluide. Cette caractéristique facilite en outre grandement la programmation d'algorithmes tridimensionnels et parallèles. Ces modèles sont néanmoins plus complexes à construire car basés sur une modélisation thermodynamique non classique. En contrepartie, cette modélisation particulière rend naturelle la prise de phénomènes complexes tels que le mouvement de la ligne triple, également appelée ligne de contact, *i.e.* la ligne de contact des trois phases liquide, gaz et solide de la paroi. Notre équipe a mis au point une méthode d'interfaces diffuses permettant d'effectuer des calculs tridimensionnels et parallèles (voir figure ci-dessous). Cette méthode demande néanmoins à être validée sur une gamme de problèmes et de paramètres la plus étendue possible.

L'objet de ce stage est de valider la méthode actuellement disponible dans le logiciel Trio_U développé dans notre laboratoire. Cette validation se fera sur la base de cas-tests documentés et pertinents. Les résultats obtenus devront permettre, d'une part, de border le domaine d'application de cette méthode et, d'autre part, d'émettre des recommandations de développements permettant d'étendre ce domaine. Dans la mesure du possible, le candidat pourra effectuer lui-même ces développements. En outre, des conditions aux limites particulières seront mises en oeuvre afin de permettre la prise en compte d'un hystérésis d'angle de contact et une variation de l'angle de contact avec la vitesse de déplacement de la ligne triple, ces phénomènes étant importants dans beaucoup de cas d'intérêt pratique. Les développements se feront dans le logiciel Trio_U qui est orienté objet et écrit en C++ de manière à rendre les développements aussi génériques que possible et le parallélisme quasiment transparent.

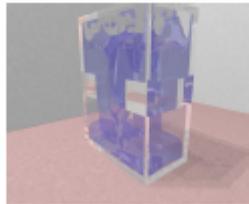


FIG. 1 – Simulation numérique d'un écoulement diphasique par une méthode d'interfaces diffuses.

Profil recherché : troisième année d'école d'ingénieur ou DEA en mécanique ou énergétique
Contact : Didier Jamet (CEA-Grenoble), didier.jamet@cea.fr, 04.38.78.45.42

**Centre :** Grenoble**Direction :** DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LMDL

Encadrement

| | | | |
|----------------------------------|-----------------|----------|---------------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : | Didier JAMET | Tél. : | 04.38.78.45.42 |
| Bâtiment : | 10.05 | E-mail : | didier.jamet@cea.fr |
| Téléphone du secrétariat : | 04.38.78.30.54 | Fax : | 04.38.78.51.95 |
| Nom du chef de laboratoire : | Frédéric DUCROS | Tél. : | 04.38.78.52.28 |

Travail confié au Stagiaire

Contexte du sujet

Sujet confié au stagiaire / objectifs du stage (**à compléter si besoin est sur une feuille annexe**)

Voir feuille jointe.

Domaines de spécialité requis (**à classer par ordre de priorité**)

| |
|--|
| Mécanique des fluides Thermique Mathématiques appliquées |
|--|

Moyens informatiques mis en œuvre

| |
|--------------------------|
| Langages : C++ _____ |
| Logiciels : Trio_U _____ |

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

Formation souhaitée : troisième année d'école d'ingénieur ou DEA**Durée du stage : 4 à 6 mois*****Niveau d'habilitation requis (voir avec le CACS)***

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

Simulation numérique d'ébullition nucléée par une méthode d'interfaces diffuses

La simulation numérique directe des écoulements diphasiques reste aujourd'hui un problème difficile et encore largement ouvert. Parmi l'ensemble des techniques développées, la classe des méthodes à interfaces diffuses se caractérise par le fait qu'une interface n'est pas modélisée classiquement comme une surface de discontinuité, mais comme une *zone volumique de transition*. A travers cette zone, les propriétés physiques du fluide, telles que sa masse volumique par exemple, peuvent avoir des variations très importantes, mais néanmoins *continues*. Cette caractéristique rend les méthodes à interfaces diffuses numériquement attractives car les interfaces n'ont pas à être traitées de manière particulière : l'ensemble du mouvement des interfaces fait partie de la solution générale du système d'équations régissant le mouvement du fluide. Cette caractéristique facilite en outre grandement la programmation d'algorithmes tridimensionnels et parallèles (voir figure ci-dessous). Ces modèles sont néanmoins plus complexes à construire car basés sur une modélisation thermodynamique non classique. En outre, la prise en compte des phénomènes de changement de phase est encore plus difficile du fait de la création de volume due à l'évaporation. Notre équipe développe actuellement un modèle original permettant de prendre en compte le changement de phase tout en gardant des temps de résolution numérique proches de ceux observés pour les écoulements sans changement de phase.

L'objet de ce stage est de mettre en oeuvre numériquement ce modèle dans le logiciel Trio_U développé dans notre laboratoire et d'effectuer des simulations numériques d'ébullition en paroi. Cette mise en oeuvre s'effectuera en utilisant un algorithme actuellement mis au point dans notre équipe. Les simulations d'ébullition nucléée seront validées autant que possible en comparant les résultats obtenus à ceux disponibles dans la littérature. Cette comparaison portera en particulier sur le diamètre et la fréquence de détachement des bulles, ces paramètres apparaissant de manière cruciale dans les corrélations industrielles d'échange thermique. Les développements seront effectués dans le logiciel Trio_U qui est orienté objet et écrit en C++ de manière à rendre les développements aussi génériques que possible et le parallélisme quasiment transparent.

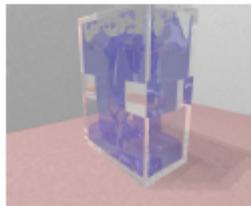


FIG. 1 – Simulation numérique d'un écoulement diphasique par une méthode d'interfaces diffuses.

Profil recherché : troisième année d'école d'ingénieur ou DEA en mécanique, énergétique ou mathématiques appliquées

Contact : Didier Jamet (CEA-Grenoble), didier.jamet@cea.fr, 04.38.78.45.42

**Centre :** Grenoble**Direction :** DEN (Direction de l'énergie Nucléaire)

Dépt/Service/Labo : DER / SSTH / LMDL

Encadrement

| | | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|----------|-------------------------|----------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : | Olivier Lebaigue | Tél. : | 04.38.78.36.70 | |
| Bâtiment : | 10-05 | E-mail : | olivier.lebaigue@cea.fr | |
| Téléphone du secrétariat : | 04.38.78.39.75 ou 04.38.78.30.54 | | Fax : | 04.38.78.50.36 |
| Nom du chef de laboratoire : | Frédéric Ducros | Tél. : | 04.38.78.52.28 | |

Travail confié au Stagiaire

Contexte du sujet

Etude de l'influence de la coalescence dans les écoulements diphasiques à bulles

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. Une seconde méthode repose sur un modèle d'interfaces diffuses (ID), des zones volumique de transition entre phases, pour laquelle un seul maillage eulérien est nécessaire. Dans le cas de la première méthode la coalescence doit être réalisée par un remaillage, elle est automatique dans le cas de la seconde méthode. Pour ces deux méthodes, les derniers développements, réalisés en 2004, permettent des calculs de situations tridimensionnelles au moyen d'un code parallélisé.

Sujet confié au stagiaire / objectifs du stage (à compléter si besoin est sur une feuille annexe)

L'objectif du stage est d'analyser et de quantifier les conditions dans lesquelles les mécanismes de coalescence sont indispensables à une bonne description des écoulements diphasiques et celles pour lesquelles on peut les négliger tout en conservant une bonne description physique de l'écoulement diphasique.

On disposera pour cette étude des outils de SND du laboratoire dans lesquels la coalescence peut être automatique (ID) ou conditionnée par un critère de proximité (FT/VOF). Ainsi, il est possible de réaliser la simulation numérique de la même situation physique en utilisant des conditions extrêmes allant de la coalescence quasi automatique à une coalescence bloquée.

Domaines de spécialité requis (à classer par ordre de priorité)

| | |
|------------------------------------|----------------------|
| Mécanique des fluides | Simulation numérique |
| Programmation orientée objet (C++) | |

Moyens informatiques mis en œuvre

| |
|--------------------|
| Langages : C++ |
| Logiciels : Trio_U |

Formation souhaitée : MASTER 2, DEA ou Stage de fin de 3^{ème} année d'Ecole**Durée du stage :** 4 à 6 mois***Niveau d'habilitation requis (voir avec le CACS)***

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

**Centre :** Grenoble**Direction :** DEN (Direction de l'énergie Nucléaire)

Dépt/Service/Labo : DER / SSTH / LMDL

Encadrement

| | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|----------|-------------------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : | Olivier Lebaigue | Tél. : | 04.38.78.36.70 |
| Bâtiment : | 10-05 | E-mail : | olivier.lebaigue@cea.fr |
| Téléphone du secrétariat : | 04.38.78.39.75 ou 04.38.78.30.54 | | |
| Nom du chef de laboratoire : | Frédéric Ducros | Tél. : | 04.38.78.52.28 |

Travail confié au Stagiaire

Contexte du sujet

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

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, réalisés en 2004, 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 de cinématique imposée.

Sujet confié au stagiaire / objectifs du stage (à compléter si besoin est sur une feuille annexe)

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. 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. 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.

Domaines de spécialité requis (à classer par ordre de priorité)

| | |
|------------------------------------|----------------------|
| Mécanique des fluides | Simulation numérique |
| Programmation orientée objet (C++) | |

Moyens informatiques mis en œuvre

Langages : C++
Logiciels : Trio_U

Formation souhaitée : MASTER 2, DEA ou Stage de fin de 3^{ème} année d'Ecole**Durée du stage :** 4 à 6 mois***Niveau d'habilitation requis (voir avec le CACS)***

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



Centre : Grenoble

Direction : DEN (Direction de l'énergie Nucléaire)

Dépt/Service/Labo : DER / SSTH / LMDL

Encadrement

| | | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|----------|-------------------------|----------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : | Olivier Lebaigue | Tél. : | 04.38.78.36.70 | |
| Bâtiment : | 10-05 | E-mail : | olivier.lebaigue@cea.fr | |
| Téléphone du secrétariat : | 04.38.78.39.75 ou 04.38.78.30.54 | | Fax : | 04.38.78.50.36 |
| Nom du chef de laboratoire : | Frédéric Ducros | Tél. : | 04.38.78.52.28 | |

Travail confié au Stagiaire

Contexte du sujet

Application d'une méthode d'interfaces discontinues au mélangeage de soluté par le sillage turbulent de bulle

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 ou d'espèces chimiques au travers des interfaces. L'objectif général est de disposer d'outils dont les capacités de prédiction sont fiables et validées.

Sujet confié au stagiaire / objectifs du stage (à compléter si besoin est sur une feuille annexe)

L'objectif du stage est de réaliser, valider et exploiter des SND utilisant la méthode de suivi d'interfaces discontinues de Trio_U (hybride FT/VOF) dans le cas d'un mélangeage de colorant par le sillage turbulent d'une bulle. La validation s'appuiera sur l'expérience de T. Koso (*T. Koso et al., Turbulent mixing of matter by a rising bubble, Paper No. 525, 5th Int. Conf. on Multiphase Flow, Yokohama, 2004*).

L'exploitation des résultats se fera à plusieurs niveaux :

- améliorer la compréhension de la dynamique de la bulle et de son sillage turbulent indépendamment de la présence du soluté,
- comparer les résultats des simulations les plus fines avec les données expérimentales disponibles,
- déterminer des critères quantitatifs permettant de comparer les résultats de calculs SND avec de simulations moins résolues mais incluant un modèle de type LES diphasique.

Domaines de spécialité requis (à classer par ordre de priorité)

| | |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| Mécanique des fluides | Simulation numérique |
| Programmation orientée objet (C++) | Modélisation LES de la turbulence |

Moyens informatiques mis en œuvre

| |
|--------------------|
| Langages : C++ |
| Logiciels : Trio_U |

Formation souhaitée : MASTER 2, DEA ou Stage de fin de 3^{ème} année d'Ecole**Durée du stage :** 4 à 6 mois**Niveau d'habilitation requis (voir avec le CACS)**

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

**Centre :** Grenoble**Direction :** DEN (Direction de l'énergie Nucléaire)

Dépt/Service/Labo : DER / SSTH / LMDL

Encadrement

| | | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|----------|-------------------------|----------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : | Olivier Lebaigue | Tél. : | 04.38.78.36.70 | |
| Bâtiment : | 10-05 | E-mail : | olivier.lebaigue@cea.fr | |
| Téléphone du secrétariat : | 04.38.78.39.75 ou 04.38.78.30.54 | | Fax : | 04.38.78.50.36 |
| Nom du chef de laboratoire : | Frédéric Ducros | Tél. : | 04.38.78.52.28 | |

Travail confié au Stagiaire

Contexte du sujet

Validation d'une méthode d'interfaces discontinues (SND) pour la simulation numérique d'écoulements diphasiques

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 ou d'espèces chimiques au travers des interfaces. L'objectif général est de disposer d'outils dont les capacités de prédiction sont fiables et validées.

L'un de ces outils 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 réalisés en 2004 ont permis de développer cette méthode dans les cas tridimensionnels au moyen d'un code parallélisé.

Sujet confié au stagiaire / objectifs du stage (à compléter si besoin est sur une feuille annexe)

L'objectif du stage est de réaliser un audit de l'état de la méthode numérique afin de quantifier sa fiabilité et sa précision à décrire les phénomènes de base des écoulements diphasiques. Il s'agit d'identifier les domaines dans lesquels la méthode est déjà d'une précision acceptable et ceux pour lesquels des efforts sont encore nécessaires. Cette analyse s'appuiera notamment sur une série de cas-tests à sélectionner dans une base disponible et qui a été établie par l'équipe d'accueil (voir le site http://nureth11.com/list_test_cases.html).

Domaines de spécialité requis (à classer par ordre de priorité)

| | |
|------------------------------------|----------------------|
| Mécanique des fluides | Simulation numérique |
| Thermique | |
| Programmation orientée objet (C++) | |

Moyens informatiques mis en œuvre

| |
|--------------------|
| Langages : C++ |
| Logiciels : Trio_U |

Formation souhaitée : MASTER 2, DEA ou Stage de fin de 3^{ème} année d'Ecole**Durée du stage :** 4 à 6 mois***Niveau d'habilitation requis (voir avec le CACS)***

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



Centre : Grenoble

Direction : DEN (Direction de l'énergie Nucléaire)

Dépt/Service/Labo : DER / SSTH / LMDL

Encadrement

| | | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|----------|-----------------------|----------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : | Benoît Mathieu | Tél. : | 04.38.78.43.77 | |
| Bâtiment : | 10-05 | E-mail : | benoit.mathieu@cea.fr | |
| Téléphone du secrétariat : | 04.38.78.39.75 ou 04.38.78.30.54 | | Fax : | 04.38.78.50.36 |
| Nom du chef de laboratoire : | Frédéric Ducros | Tél. : | 04.38.78.52.28 | |

Travail confié au Stagiaire

Contexte du sujet

Mise en œuvre d'un algorithme de découpage distribué de maillages volumiques pour un code de CFD

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 industriels en mécanique des fluides. Il est adapté au calcul parallèle et fonctionne déjà en production courante sur quelques dizaines de processeurs. L'accroissement de puissance et de taille des ordinateurs rendent théoriquement possibles des calculs d'une grande finesse. Le cœur du code est déjà prêt, mais certaines étapes du code sont limitantes et ne permettent pas la réalisation de très gros calculs. L'objet du sujet de stage est de briser la limitation actuelle du code associée au découpage : En réalisant ce découpage de manière distribuée, on devrait pouvoir d'augmenter d'au moins un ordre de grandeur la taille des calculs réalisables.

Sujet confié au stagiaire / objectifs du stage (à compléter si besoin est sur une feuille annexe)

Une étape préalable du calcul est le découpage du maillage de calcul en vue répartir le calcul sur les différents processeurs qui se partageront le calcul. Actuellement, cette étape n'est pas parallèle et nécessite de charger l'intégralité du maillage sur un seul processeur. Le découpage est donc relativement lent et la taille des calculs limitée par la quantité de mémoire disponible pour ce processeur. Le sujet proposé consiste à proposer des algorithmes pour distribuer le maillage initial sans jamais avoir à le charger complètement dans la mémoire d'un seul processeur.

Domaines de spécialité requis (à classer par ordre de priorité)

Programmation orientée objet (C++)
Calcul parallèle
Simulation numérique

Moyens informatiques mis en œuvre

Langages : C++
Logiciels : Trio_U

Formation souhaitée : MASTER 2, DEA ou Stage de fin de 3^{ème} année d'Ecole**Durée du stage** : 4 à 6 mois**Niveau d'habilitation requis (voir avec le CACS)**

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

**Centre :** Grenoble**Direction :** DEN (Direction de l'énergie Nucléaire)

Dépt/Service/Labo : DER / SSTH / LMDL

Encadrement

| | | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|----------|-----------------------|----------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : | Benoît Mathieu | Tél. : | 04.38.78.43.77 | |
| Bâtiment : | 10-05 | E-mail : | benoit.mathieu@cea.fr | |
| Téléphone du secrétariat : | 04.38.78.39.75 ou 04.38.78.30.54 | | Fax : | 04.38.78.50.36 |
| Nom du chef de laboratoire : | Frédéric Ducros | Tél. : | 04.38.78.52.28 | |

Travail confié au Stagiaire

Contexte du sujet

Etude des stratégies de compression de données adapté aux résultats de calculs en CFD fondées sur des représentation multi-échelles des champs physiques

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 industriels en mécanique des fluides. Il est adapté au calcul parallèle et fonctionne déjà en production courante sur quelques dizaines de processeurs. L'accroissement de puissance et de taille des ordinateurs rendent théoriquement possibles des calculs d'une grande finesse. Le cœur du code est déjà prêt, mais certaines étapes du code sont limitantes et ne permettent pas la réalisation de très gros calculs. L'objet du sujet de stage est de briser la limitation actuelle du code associée au stockage des résultats et à leur post-traitement.

Sujet confié au stagiaire / objectifs du stage (à compléter si besoin est sur une feuille annexe)

La plupart des calculs fins réalisés en thermohydraulique ont pour but de représenter des phénomènes instationnaires tridimensionnels. Il faut donc périodiquement enregistrer les variables du calcul de sorte à pouvoir ensuite reconstituer les variations spatio-temporelles des grandeurs physiques voulues (vitesse, température, etc.).

Un calcul de taille moyenne, fondé sur un maillage à 5 millions d'éléments, génère entre 10 et 100 Mo de données pour chaque instant post-traité. De plus, une représentation fidèle d'un phénomène instationnaire requiert entre 100 et 1000 champs temporels. Le volume de données à stocker (puis à traiter) atteint 10 à 100 Go, soit la limite actuelle des moyens de stockage courants. De plus, la représentation graphique d'une telle quantité de données devient fastidieuse.

La solution proposée (et déjà utilisée dans d'autres centres de calcul) consiste à comprimer les données à l'aide d'une méthode multi-résolution (de type ondelettes par exemple). Ces méthodes permettent de diviser par un facteur généralement supérieur à dix le volume des données, et d'accéder très rapidement à des représentations plus ou moins fines des données. On peut ainsi générer très rapidement un aperçu du résultat du calcul sans avoir à charger l'ensemble des données.

Le sujet consiste à étudier et à mettre en œuvre une de ces méthodes dans le cadre du logiciel Trio-U.

Domaines de spécialité requis (à classer par ordre de priorité)

| | |
|------------------------------------|----------------------|
| Ondelettes | Simulation numérique |
| Programmation orientée objet (C++) | |

Moyens informatiques mis en œuvre

| |
|--------------------|
| Langages : C++ |
| Logiciels : Trio_U |

Formation souhaitée : MASTER 2, DEA ou Stage de fin de 3^{ème} année d'Ecole**Durée du stage :** 4 à 6 mois***Niveau d'habilitation requis (voir avec le CACS)***

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

**Centre :** Grenoble**Direction :** DEN (Direction de l'énergie Nucléaire)

Dépt/Service/Labo : DER / SSTH / LMDL

Encadrement

| | | | | |
|----------------------------------|----------------------------------|----------|-----------------------|----------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : | Benoît Mathieu | Tél. : | 04.38.78.43.77 | |
| Bâtiment : | 10-05 | E-mail : | benoit.mathieu@cea.fr | |
| Téléphone du secrétariat : | 04.38.78.39.75 ou 04.38.78.30.54 | | Fax : | 04.38.78.50.36 |
| Nom du chef de laboratoire : | Frédéric Ducros | Tél. : | 04.38.78.52.28 | |

Travail confié au Stagiaire

Contexte du sujet

Modélisation physique et numérique de la trempe instationnaire au niveau de la ligne de contact, et instabilité de recul en évaporation

La valeur du flux de chaleur qui peut être transmis d'une paroi à un liquide présente une limite supérieure appelée flux critique. Au flux critique, le liquide se vaporise au contact de la paroi à une vitesse telle que le liquide ne vient plus en contact avec la paroi et l'écoulement passe dans un régime d'ébullition en film, pour lequel le coefficient d'échange est beaucoup plus faible. Si le dispositif fonctionne à flux de chaleur constant, la paroi est alors détruite en quelques secondes.

La compréhension du phénomène d'ébullition en général et du flux critique en particulier constitue un enjeu majeur pour améliorer encore la sûreté des centrales électronucléaires. Selon certaines des théories actuelles sur l'ébullition, le flux critique serait essentiellement déterminé par le comportement des lignes de contact (là où les interfaces liquide-vapeur touchent la paroi).

Sujet confié au stagiaire / objectifs du stage (à compléter si besoin est sur une feuille annexe)

Le sujet proposé consiste à étudier une modélisation instationnaire de la ligne de contact qui permette de décrire le démoillage et le remoillage d'une paroi chauffée. On cherchera en particulier à déterminer le caractère stable ou instable de ces phénomènes complexes qui impliquent de façon couplée l'hydrodynamique du liquide, le transfert de chaleur et les propriétés de tension de surface.

Domaines de spécialité requis (à classer par ordre de priorité)

| | |
|-----------------------|----------------------|
| Mécanique des fluides | Analyse de stabilité |
| Thermique | Thermodynamique |
| Simulation numérique | |

Moyens informatiques mis en œuvre

Langages : C++ (non indispensable)
Logiciels : Trio_U

Formation souhaitée : MASTER 2, DEA ou Stage de fin de 3^{ème} année d'Ecole**Durée du stage :** 4 à 6 mois***Niveau d'habilitation requis (voir avec le CACS)***

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



Centre : GRENOBLE

Pôle ou Direction : DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LMDL

Encadrement

| | |
|--|-----------------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : CIONI | Tél. : 04 38 78 33 23 |
| Bâtiment : 10.05 E-mail : Olivier.cioni@cea.fr | Fax : 04 38 78 50 36 |
| Téléphone du secrétariat : 04 38 78 39 75 | |
| Nom du chef de laboratoire : F. DUCROS | Tél. : 04 38 78 52 28 |

Travail confié au Stagiaire

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

Sujet confié au stagiaire / objectifs du stage (à compléter si besoin est sur une feuille annexe)

Le sujet du 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.

Les calculs de simulations bien résolues en maillage nécessitent un grand nombre de maille et en particulier un raffinement important aux parois afin d'estimer par exemple le frottement pariétal. Or ce type de simulations entraîne un coût de calcul souvent très important, d'où le besoin d'introduire des modèles de parois permettant de s'affranchir d'un raffinement trop sévère.

Le type de modèles de parois envisagés dans le cadre de ce stage repose sur la résolution d'équations de couche limite simplifiées 1D dans la zone proche paroi.

Domaines de spécialité requis (à classer par ordre de priorité)

Mécanique des Fluides
Développement C++

Moyens informatiques mis en œuvre

Langages : C++ _____
Logiciels : Code de calcul en mécanique des fluides Trio_U _____

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

Formation souhaitée : Bac+5 : 3^{ème} année d'école d'ingénieurs, DEA, DESS

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 |
|--|---|---|---|



FICHE STAGE

Centre : Grenoble

Direction : DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LMDL

Encadrement

| | | | | | |
|----------------------------------|----------------|----------|-------------------------|-------|----------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : | C. MOREL | Tél. : | 04 38 78 92 27 | | |
| Bâtiment : | 10.05 | E-mail : | christophe.morel@cea.fr | Fax : | 04 38 78 51 95 |
| Téléphone du secrétariat : | 04 38 78 30 54 | | | | |
| Nom du chef de laboratoire : | F. Ducros | Tél. : | 04 38 78 52 28 | | |

Travail confié au Stagiaire

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

Lien entre les approches de type DNS et les approches moyennées pour la modélisation des écoulements diphasiques.

Sujet confié au stagiaire / objectifs du stage (**à compléter si besoin est sur une feuille annexe**)

VOIR FEUILLE JOINTE

Domaines de spécialité requis (**à classer par ordre de priorité**)

| | | | |
|-----------------------|-----|------------------------|-----|
| Mécanique des fluides | (1) | Ecoulements diphasique | (4) |
| Turbulence | (2) | | |
| Calcul tensoriel | (3) | | |

Moyens informatiques mis en œuvre

Langages : _____
Logiciels : _____

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

Formation souhaitée : 3^{ème} année Ecole d'ingénieur + DEA

Durée du stage : 5 mois minimum

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 |
|---|---|---|---|



SUJET : *Lien entre les approches microscopiques et macroscopiques dans l'études des écoulements diphasiques*

La modélisation et la simulation numérique des *écoulements diphasiques gaz/liquide* occupe 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). Comme chacun le sait, la turbulence se caractérise par un grand nombre d'échelles au sein de l'écoulement, depuis l'échelle intégrale qui est de l'ordre de grandeur des dimensions macroscopiques de l'écoulement (diamètre de la conduite par exemple) jusqu'à l'échelle de Kolmogorov qui caractérise les plus petits tourbillons dissipatifs, et qui est d'autant plus éloignée de l'échelle intégrale que le nombre de Reynolds est grand. De la même façon, les échelles caractérisant les interfaces d'un écoulement diphasique (tailles des bulles, gouttes...) peuvent être réparties sur une gamme d'échelles couvrant plusieurs décades, bien que ça ne soit pas toujours le cas. Face à cette complexité, on est naturellement tenté de *faire des moyennes*, c'est à dire « d'oublier » le détail des échelles *microscopiques* caractérisant l'écoulement, et de tenter de prédire uniquement les échelles *macroscopiques*, dont la connaissance est souvent suffisante à l'ingénieur. Les logiciels de calcul classiques, utilisant l'approche RANS (pour Reynolds Average Navier-Stokes), ont pour vocation de ne prédire que les échelles macroscopiques de l'écoulement. Malheureusement, la perte d'information sur les petites échelles liée à l'opération de moyenne doit être compensée par l'écriture de *relations de fermeture* nécessaires à la prise en compte des effets des petites échelles sur la prédiction des grandes échelles. Le succès de l'approche RANS repose en grande partie sur l'écriture de ces relations de fermeture qui nécessite d'avoir une bonne compréhension des mécanismes physiques agissant aux échelles microscopiques. Afin d'aider dans l'écriture de ces relations de fermeture, une seconde génération de codes de calculs dits de DNS (pour Direct Numerical Simulation) voit actuellement le jour. Elle a pour vocation d'étudier les phénomènes s'effectuant aux échelles microscopiques, afin de renseigner les relations de fermeture pour les codes RANS. Si les codes de DNS n'ont théoriquement pas besoin de relations de fermeture (puisque toutes les échelles sont alors résolues) leur domaine d'application est cependant restreint à l'étude d'écoulements dans de petits domaines, caractérisés par des nombres de Reynolds modérés, et avec une géométrie des interfaces pas trop compliquée. Bien que les codes de DNS aient fait des progrès considérables ces dernières années, la démarche consistant à tirer partie des enseignements des calculs de DNS afin de renseigner les codes RANS en relations de fermeture n'est encore que rarement appliquée, en raison des nombreuses décades en terme d'échelles qui séparent l'étude des écoulements microscopiques (à l'échelle d'une bulle, ou de quelques bulles, voire à une échelle inférieure à celle de la bulle) de celle des écoulements macroscopiques (à l'échelle de la conduite, d'un réacteur...). Le chemin est encore long qui permettra de tirer pleinement partie des simulations à l'échelle microscopique, et rencontrera de nombreuses difficultés, tant au plan théorique que numérique.

Le sujet de stage proposé s'inscrit dans cette démarche. Le travail de stage consistera à faire le lien entre les échelles microscopiques et les échelles macroscopiques en choisissant un type d'opérateur de moyenne adapté à un problème donné (par exemple l'étude des écoulements à bulles avec changement de phase, où l'étude des écoulements à bulles avec déformation dynamique de ces bulles). On appliquera alors la technique de moyenne aux équations de Navier-Stokes écrites pour chaque phase afin de faire apparaître clairement quels termes nécessitent une fermeture, et surtout comment obtenir ces fermetures à partir des champs solutions des calculs de DNS. Notons que cette approche est déjà utilisée avec succès par certains auteurs de la littérature (Wallis, Zhang & Prosperetti...) mais restent souvent limitée au lien entre des solutions *analytiques* à l'échelle microscopique et l'échelle macroscopique.



Centre : GRENOBLE

Direction : DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LMDL

Encadrement

| | | | |
|----------------------------------|-----------------|----------|---------------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : | PERDU | Tél. : | 89359 |
| Bâtiment : | 1005 | E-mail : | fabien.perdu@cea.fr |
| Téléphone du secrétariat : | | Fax : | |
| Nom du chef de laboratoire : | Frédéric Ducros | Tél. : | |

Travail confié au Stagiaire

Contexte du sujet

Sujet confié au stagiaire / objectifs du stage (à compléter si besoin est sur une feuille annexe)

"Effets du choix des opérateurs de changement de maillage lors d'un couplage multi-échelles."

Dans le cadre des couplages entre simulations de différentes échelles d'un réacteur nucléaire (réacteur, cœur, assemblages, crayons, ...), des champs de données doivent être échangés entre les différentes simulations (température, vitesse, pression, ...).

Comme chacune de ces simulations utilise un maillage différent (tailles de mailles, éléments géométriques différents), les champs échangés doivent être convertis d'un maillage à l'autre. Les effets numériques de cette conversion peuvent avoir une influence importante sur le comportement du couplage.

L'objectif du stage est d'étudier ces effets, de définir des propriétés que l'on souhaiterait que ces opérateurs de conversion de maillage vérifient (conservation de la masse, de l'énergie, existence de l'opérateur inverse, ???), de trouver des opérateurs vérifiant effectivement ces propriétés, et enfin de les tester sur un cas concret de couplage.

Domaines de spécialité requis (à classer par ordre de priorité)

| | |
|-----------------------|---|
| Mécanique des fluides | 1 |
| Thermique | |
| Matériaux | |

Moyens informatiques mis en œuvre

| | |
|--------------------|-------|
| Langages : C++ | _____ |
| Logiciels : Trio_U | _____ |

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

Formation souhaitée :

Durée du stage :



Centre : Grenoble

Direction : DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LMDL

Encadrement

| | | | |
|----------------------------------|----------------|----------|---------------------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : | Pigny | Tél. : | 04 38 78 55 06 |
| Bâtiment : | 10 05 | E-mail : | pignysy@chartreuse.cea.fr |
| Téléphone du secrétariat : | 04 38 78 30 54 | Fax : | 04 38 78 51 95 |
| Nom du chef de laboratoire : | DUCROS | Tél. : | 04 38 78 52 28 |

Travail confié au StagiaireContexte du sujet : Sûreté RNRNA : ébullition d'une goutte d'acier dans un bain d'UO₂Sujet confié au stagiaire / objectifs du stage (**à compléter si besoin est sur une feuille annexe**)

L'ébullition d'une goutte de liquide volatil au cours de son ascension dans un liquide chaud est un problème important pour la sûreté des réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium. Le sujet du stage consiste notamment en l'analyse de l'influence des phénomènes de tension interfaciale entre les deux milieux liquides et le gaz sur la cinétique de la vaporisation. Des calculs devront être réalisés, avec le code SIMMER, en vue de qualifier les modèles physiques mis en jeu pour représenter ce problème.

Domaines de spécialité requis (**à classer par ordre de priorité**)

| | |
|-----------------------|---|
| Mécanique des fluides | 1 |
| Thermique | 2 |
| Matériaux | 3 |

Moyens informatiques mis en œuvre

Langages : Fortran _____
Logiciels : SIMMER _____

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

Formation souhaitée : Niveau : 3^{ème} année d'école d'ingénieurs ou DEA ou DESS



Centre : Grenoble

Direction : DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LMDL

Encadrement

| | | | |
|----------------------------------|-----------------|----------|----------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : | Guillaume SERRE | Tél. : | 04.38.78.53.59 |
| Bâtiment : | 10-05 | E-mail : | gserre@cea.fr |
| Téléphone du secrétariat : | 04.38.78.30.54 | Fax : | 04.38.78.51.95 |
| Nom du chef de laboratoire : | Ducros Frédéric | Tél. : | 04.38.78.52.28 |

Travail confié au Stagiaire

Titre du stage : Calcul d'un coup de bélier avec cavitation à l'aide du code Cathare

Sujet confié au stagiaire / objectifs du stage

Dans le contexte d'un exercice international d'évaluation des capacités des codes de calcul diphasique à calculer des coups de bélier avec cavitation (production de vapeur et re-condensation), il s'agit de calculer 3 essais expérimentaux avec le code de thermohydraulique diphasique CATHARE développé au CEA. Dans un premier temps les calculs seront réalisés avec le module 1D de Cathare et seront analysés et comparés à des mesures déjà disponibles. Dans un deuxième temps, de nouveaux modèles physiques dédiés aux coups de bélier pourront être ajoutés au code et testés.

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 sont requises.

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 (à classer par ordre de priorité)

| |
|-----------------------|
| Mécanique des fluides |
| Diphasique |
| Thermique |

Moyens informatiques mis en œuvre

| |
|---------------------|
| Langages : FORTRAN |
| Logiciels : CATHARE |

Autres moyens mis en œuvre (expériences, méthodes d'analyses, autres...)**Formation souhaitée : Bac + 5 (Université ou Ecole d'ingénieur)****Durée du stage : minimum 4 mois, si possible 6 mois*****Niveau d'habilitation requis (voir avec le CACS)***

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



Centre : Grenoble

Direction : DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LMDL

Encadrement

| | | | |
|----------------------------------|-----------------|----------|----------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : | Guillaume SERRE | Tél. : | 04.38.78.53.59 |
| Bâtiment : | 10-05 | E-mail : | gserre@cea.fr |
| Téléphone du secrétariat : | 04.38.78.30.54 | Fax : | 04.38.78.51.95 |
| Nom du chef de laboratoire : | Ducros Frédéric | Tél. : | 04.38.78.52.28 |

Travail confié au Stagiaire

Titre du stage : Calculs d'écoulements diphasiques et validation de modèles de turbulence et/ou de transport d'aire interfaciale avec le code CATHARE

Sujet confié au stagiaire / 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'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 un certain nombre d'expériences fondamentales ou plus appliquées. 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 sont requises. 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 (à classer par ordre de priorité)

Mécanique des fluides
Diphasique
Thermique

Moyens informatiques mis en œuvre

Langages : FORTRAN
Logiciels : CATHARE

Autres moyens mis en œuvre (expériences, méthodes d'analyses, autres...)**Formation souhaitée : Bac + 5 (Université ou Ecole d'ingénieur)****Durée du stage : minimum 4 mois, si possible 6 mois*****Niveau d'habilitation requis (voir avec le CACS)***

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



Centre : Grenoble

Direction : DEN

Dépt/Service/Labo : DER/SSTH/LMDL

Encadrement

| | | | |
|----------------------------------|-----------------|----------|-----------------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : | Michel Valette | Tél. : | 04.38.78.55 37 |
| Bâtiment : | 10-05 | E-mail : | michel.valette@cea.fr |
| Téléphone du secrétariat : | 04.38.78.30.54 | Fax : | 04.38.78.51.95 |
| Nom du chef de laboratoire : | Ducros Frédéric | Tél. : | 04.38.78.52.28 |

Travail confié au Stagiaire

Titre du stage : Modélisation du renoyage à l'aide d'un modèle diphasique à trois champs

Sujet confié au stagiaire / objectifs du stage

Le renoyage d'un cœur de réacteur nucléaire consiste à refroidir par de l'eau un cœur préalablement dénoyé et porté à haute température. L'échange de chaleur avec l'eau se fait sous divers régimes de transferts de chaleur et cela génère de la vaporisation et un écoulement diphasique. Pour modéliser ce phénomène on dispose d'un modèle d'écoulement diphasique à trois champs qui est implanté dans une maquette numérique issue du code CATHARE. De nouvelles données expérimentales sont aujourd'hui disponibles qui permettent de valider tous les modèles élémentaires avec plus de précision qu'avec les expériences antérieures.

Il s'agira donc de calculer avec la maquette ces nouvelles expériences et d'en tirer des enseignements sur les modèles, et de proposer des améliorations.

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 sont requises

Des connaissances en diphasique serait 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 (**à classer par ordre de priorité**)

Mécanique des fluides
Diphasique
Thermique

Moyens informatiques mis en œuvre

Langages : FORTRAN
Logiciels : CATHARE

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

Formation souhaitée : Bac + 5 (Université ou Ecole d'ingénieur)**Durée du stage : minimum 4 mois, si possible 6 mois*****Niveau d'habilitation requis (voir avec le CACS)***

| | | | |
|---|---|---|---|
| <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/LIEX

Encadrement

| | | | |
|--|--------------|----------|--------------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : | Yann DOLIAS | Tél. : | 04 38 78 49 31 |
| Bâtiment : | 1005 | E-mail : | yann.dolias@cea.fr |
| | | 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 |

Travail confié au Stagiaire

Contexte du sujet

- Traitement du signal appliqué à la mécanique des fluides.
- Développement d'outils pour l'analyse de mesures LDV (Laser Doppler Velocimetry) utilisées en mécanique des fluides.

Sujet confié au stagiaire / objectifs du stage

Ce stage consiste à poursuivre le développement d'outils nécessaires pour analyser correctement des mesures LDV (Laser Doppler Velocimetry) réalisées dans des écoulements. Les mesures LDV ont la particularité de ne pas être effectuées avec des intervalles de temps réguliers. Avec des traitements adaptés, cette particularité peut être mise à profit pour extraire des informations à une fréquence plus grande que la fréquence moyenne d'échantillonnage. A l'aide du logiciel LabView, le stagiaire poursuivra l'écriture d'outils permettant de relire les données écrites par le programme d'acquisition. Ensuite, à partir d'une étude bibliographique, il développera les applications permettant d'une part de s'assurer de la qualité des mesures et d'autre part d'extraire les informations fréquentielles contenues dans les données. Les modules de traitement les plus gourmands en temps de calcul seront convertis en langage C.

Domaines de spécialité requis

1. Mécanique des fluides 2. Traitement du signal 3. Programmation

Moyens informatiques mis en œuvre

Langages : C _____
Logiciels : LabView _____

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

Banques de données déjà acquises sur l'installation HYPI

Formation souhaitée : 3^{ème} année d'école d'ingénieur ou DESS Ingénierie Mathématique

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 : Marc BERTHOUX | Tél. : 04 38 78 56.76 |
| Bâtiment : 1005 E-mail : Marc.berthoux@cea.fr | 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 |

Travail confié au Stagiaire**Contexte du sujet**

Etudes sur l'instrumentation en température des circuits hélium. Il s'agit de mesurer la température du gaz, en s'affranchissant des interactions radiatives avec les structures voisines.

Sujet confié au stagiaire / objectifs du stage

Un prototype de sonde de température de gaz pour diminuer l'incertitude de mesure introduite par les échanges radiatifs avec l'environnement a été développé. Le stage comporte 2 volets :

- volet expérimental : test et optimisation du prototype sur un banc d'essais en air chaud (300 à 400°C) en comparant les mesures effectuées avec le prototype et un système de référence ;
- volet calcul : modélisation de la sonde dans le banc d'essais à l'aide d'un logiciel de calcul thermohydraulique prenant en compte les échanges par rayonnement développé au CEA (Trio_U). La comparaison des résultats expérimentaux et de calcul doit permettre de cerner le degré de validation du modèle numérique.

Domaines de spécialité requis

Mécanique des fluides
Thermique

Moyens informatiques mis en œuvre

Langages : C _____
Logiciels : _____

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

Durée du stage : 4 mois minimum

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/LIEX

Encadrement

| | | | | |
|----------------------------------|-----------------|----------|------------------------|-----------------------------------|
| Nom de l'ingénieur responsable : | Hervé LEMONNIER | Tél. : | 04 38 78 45 40 | |
| Bâtiment | 1005 | E-mail : | herve.lemonnier@cea.fr | |
| | | 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 | |

Travail confié au Stagiaire

Contexte du sujet

METERO : étude expérimentale de la transition de régime d'écoulement dispersé à bulles, écoulement stratifié pour la validation des modèles à deux fluides multi-champs avec transport d'aire interfaciale.

Sujet confié au stagiaire / objectifs du stage

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. 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

Mécanique des fluides
Ecoulements diphasiques
Instrumentation

Moyens informatiques mis en œuvre

Langages : Fortran, _____
Logiciels : L3D02 _____

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

Données expérimentales existantes

Formation souhaitée : Ecole d'ingénieur, master 2

Durée du stage : 3 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 |
|---|---|---|---|