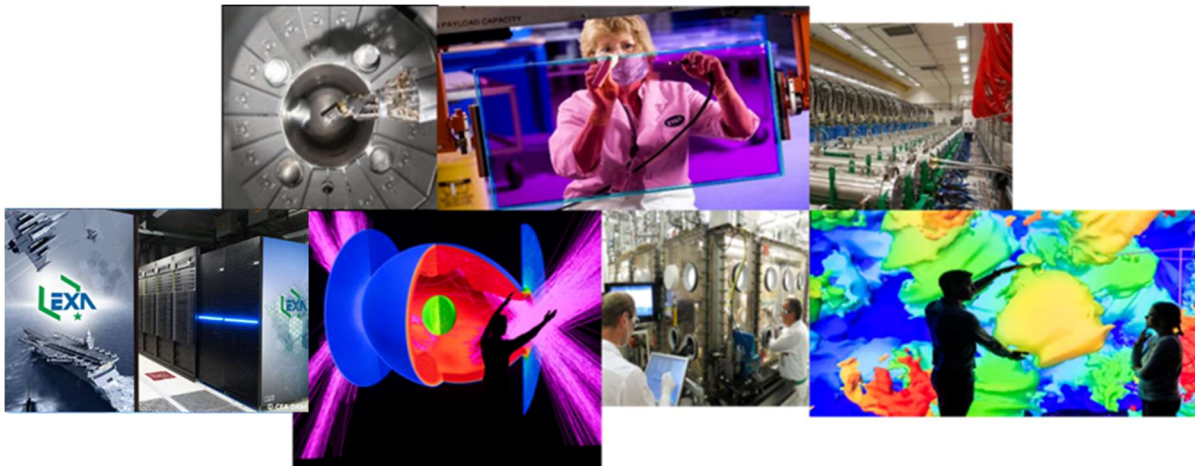


OFFRES de STAGES 2024



Liens utiles :

<https://www.cea.fr/>

<https://www-dam.cea.fr/>

<https://www.emploi.cea.fr/>

[E-mail \(candidature spontanée\) :](mailto:stage-DAM@cea.fr)

stage-DAM@cea.fr

MISSION  HANDICAP

Vous êtes actuellement en formation et démarrez votre recherche active pour le stage prévu dans le cadre de votre cursus? Ce recueil est fait pour vous ! Il recense, classé par domaine de compétences, l'ensemble des sujets de stages proposés à ce jour par les équipes de la Direction des applications militaires (DAM) du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA).

S'ENGAGER POUR LA DÉFENSE ET LA SÉCURITÉ DE LA FRANCE

Depuis plus de 60 ans, les hommes et les femmes de la DAM contribuent, par leur engagement et leur sens du service, au maintien de la capacité de dissuasion de la France en relevant chaque jour des défis scientifiques et techniques pour assurer ensemble la réalisation des programmes de défense que leur confie l'Etat.

PARTICIPER À DE GRANDS PROJETS À LA POINTE DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNOLOGIE

Vous aspirez à apporter votre contribution à de grandes missions de Défense et à un travail qui donne du sens ? Rejoignez-nous ! Quel que soit le domaine de compétences dans lequel vous aspirez à mettre en œuvre les enseignements que vous avez reçus et ainsi développer votre expérience professionnelle et votre employabilité, le CEA/DAM peut vous proposer des sujets de stage répondant à vos centres d'intérêt et à votre souhait de développement de compétences.

ACCÉDER À DES ÉQUIPEMENTS DE RECHERCHE AU MEILLEUR NIVEAU MONDIAL

Vous bénéficierez, pour ceux d'entre vous qui sont engagés dans des cursus scientifiques et techniques, d'un environnement de recherche exceptionnel en termes de moyens disponibles : centres de calcul (EXA1, Très Grand Centre de Calcul...) équipés de calculateurs pétaflopiques, voire de classe exaflopique, et d'outils logiciels nécessaires à leur utilisation intensive, développés en mode collaboratif et en open Source, moyens d'expérimentation dont les performances sont au meilleur niveau mondial, qu'ils soient de taille considérable comme le Laser MégaJoule couplé au laser Pétawatt PETAL implanté près de Bordeaux, ou que ce soit des installations de dimensions plus réduites et exploitées dans chacun des centres en fonction des thématiques scientifiques, moyens de recherche et développement de procédés en chimie qu'elle soit organique ou inorganique ou encore dans le domaine des matériaux, nucléaires ou non, moyens de caractérisation, moyens de test aux environnements...

SE FORMER ET CONSTRUIRE VOTRE PROJET PROFESSIONNEL

Dans de nombreux domaines, le CEA/DAM est en interaction forte avec de nombreuses entités externes qu'elles soient académiques ou industrielles, en France ou à l'international. Cet environnement passionnant et stimulant est un formidable atout pour la réussite de vos travaux.

L'accompagnement dont vous pourrez bénéficier tout au long de votre stage au sein du CEA vous seront particulièrement utiles pour parfaire vos compétences transverses, faire murir votre projet professionnel et permettre sa réalisation concrète à l'issue de votre cursus.

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes en situation de handicap, les offres de postes au CEA sont ouvertes à tous et toutes.

Les perspectives de recrutement au sein du CEA/DAM sont toujours nombreuses dans les années qui viennent, soutenues par des besoins croissants liés d'une part à de nombreux départs en retraite et d'autre part à l'évolution des activités vers le développement et la maîtrise de techniques toujours plus pointues et à l'élargissement de la démarche de simulation à de nombreux projets. Pour être à même de réaliser, dans le respect des délais et avec le niveau de performances requis, l'ensemble des travaux nécessaires aux projets à long terme que l'Etat lui a confiés, le CEA/DAM s'appuiera sur des hommes et des femmes de talent, recrutés parmi les viviers constitués grâce à l'accueil régulier de stagiaires, alternant(e)s, doctorant(e)s et post-doctorant(e)s.

Je vous invite à parcourir avec attention le recueil des sujets déjà disponibles à ce jour, que vous trouverez également sur le site Internet du CEA/DAM (<https://www-dam.cea.fr/>) et sur le portail emploi du CEA (<https://www.emploi.cea.fr>). N'hésitez pas à postuler sur les offres qui vous intéressent ; cela vous permettra d'interagir plus directement avec le tuteur ou la tutrice du stage proposé qui vous contactera si votre CV retient son attention.

De nouveaux sujets pourront être ajoutés au fil des mois. Je vous encourage à consulter régulièrement le portail emploi du CEA pour y trouver la liste à jour des sujets de stages proposés.

Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les salariés du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

A très bientôt au CEA/DAM !

Laurence BONNET
Chargée de mission relations école/université

Les centres CEA / DAM

LE RIPAULT

37260 Monts

02.47.34.40.00

<http://www-dam.cea.fr/ripault>

DAM ÎLE-DE-FRANCE

Bruyères-le-Châtel

91297 Arpajon

01.69.26.40.00

<http://www-dam.cea.fr/damidf>

CESTA

BP2

33114 Le Barp

05.57.04.40.00

<http://www-dam.cea.fr/cesta>

VALDUC

21120 Is-sur-Tille

03.80.23.40.00

<http://www-dam.cea.fr/valduc>

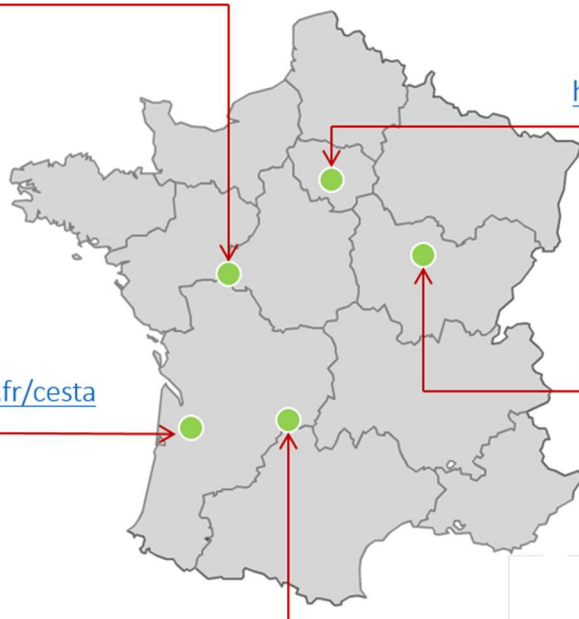
GRAMAT

BP 80000

46500 Gramat

05.65.10.54.32

<http://www-dam.cea.fr/gramat>



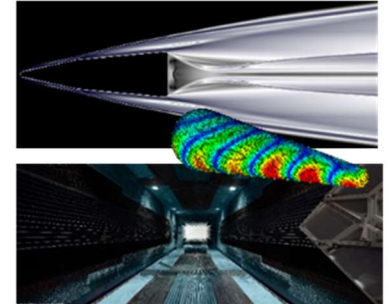
Le CEA/Cesta

Centre d'études scientifiques et techniques d'Aquitaine

Site Web : <https://www-dam.cea.fr/cesta>

Le CESTA est un des 5 centres de recherche et de développement technologique de la Direction des Applications Militaires du CEA. Il rassemble 1000 salariés sur un site de 700 hectares au cœur de la Nouvelle Aquitaine, au sud de la Gironde, entre Bordeaux et Arcachon.

Le CESTA assure la conception d'ensemble des têtes nucléaires de la force de dissuasion française à partir de **méthodes d'ingénierie collaborative intégrée**. Le CESTA est également responsable de la démonstration de fiabilité, de sûreté et de performance (tenue aux environnements, furtivité, rentrée atmosphérique), dans une démarche de simulation. Ce triptyque « modélisation/calculs/essais » s'appuie sur des **modélisations physiques de haut niveau**, des **ordinateurs parmi les plus puissants au monde** et un **parc exceptionnel de moyens d'essais**.



Le CESTA dispose de la **plus grande installation laser d'Europe, LMJ/PETAL** (Laser MégaJoule/PETawatt Aquitaine Laser), instrument de recherche **unique** qui permet d'étudier la matière dans des conditions extrêmes de température et de pression, représentatives du fonctionnement des armes nucléaires et du cœur des étoiles. Pour cela, le CESTA accueille une **expertise reconnue mondialement, en conception laser, en technologie des composants optiques, en informatique industrielle...**

Une politique scientifique dynamique

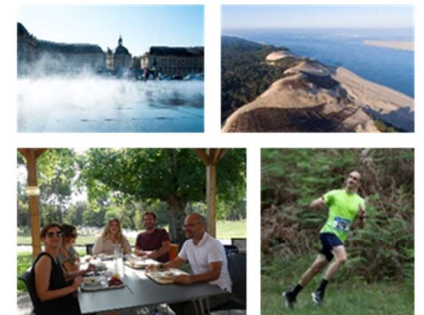
Pour mener à bien les missions dont il a la responsabilité et anticiper les évolutions nécessaires aux programmes futurs, le CESTA développe une politique scientifique dynamique et ambitieuse. Elle a donné naissance à un réseau collaboratif avec de multiples partenariats académiques et industriels qui permet notamment de former de nombreux étudiants dans un cadre stimulant, sur des sujets variés, à la pointe de la technique.

Thématiques métiers

Simulation, Expérimentations, Contrôle, Conception, Méthodes, Sécurité, Sûreté, Nucléaire, Exploitation, Laser, Installations, Aérodynamique, Electromagnétisme, Modélisation, Optoélectronique

Le CESTA, une qualité de vie au TOP !

- Réseau de bus CEA, accès gares, covoiturage
- Restauration sur place
- Possibilité de télétravail
- Service de Conciergerie (courrier, pressing, panier du marché...)
- Associations culturelles et sportives
- Salle de sport et parcours santé



Stagiaires, alternants, doctorants, post-doctorants, en rejoignant le CESTA, vous bénéficierez de conditions idéales pour exprimer vos compétences et développer vos talents !

Le CEA/DAM Île-de-France (CEA DIF)

Site Web : <https://www-dam.cea.fr/damidf>

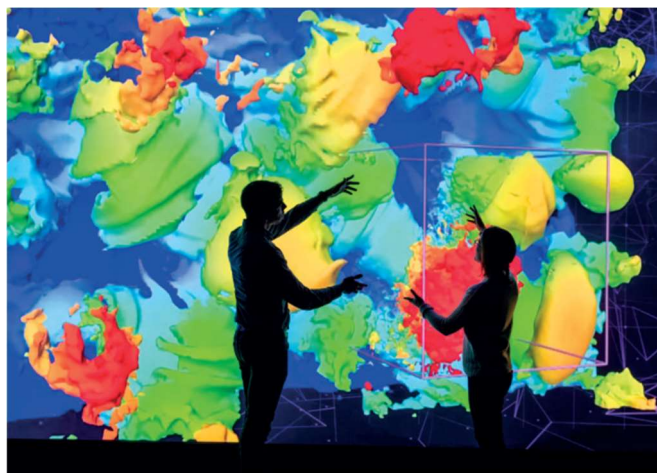
Le centre CEA DAM-Île de France est un des cinq centres de la Direction des applications militaires (DAM) du CEA. Ses 2 000 salariés – ingénieurs, chercheurs, techniciens, doctorants, partenaires... - sont mobilisés sur des missions au cœur de la dissuasion nucléaire française, ont en charge la surveillance de risques nationaux (terrorisme, séisme et tsunamis...) et du respect des traités internationaux, ou encore l'ingénierie de grandes installations pour la Défense. Le centre CEA DIF accueille également le Très Grand Centre de calcul du CEA, campus des savoir-faire en Calcul Haute Performance en France, et qui héberge les supercalculateurs de classe mondiale.

À proximité immédiate du complexe scientifique du plateau de Saclay, le CEA DIF est en interaction directe avec l'Université Paris Saclay et l'Institut Polytechnique de Paris. Ses équipes proposent des thèses, stages ou alternances dans le domaine de l'informatique, des mathématiques, de la physique des plasmas, de la physique de la matière condensée, de la chimie, de l'électronique, de l'environnement ou encore de la géophysique.

LES MISSIONS

AU CŒUR DE LA DISSUASION NUCLÉAIRE

- La conception des armes nucléaires françaises, et la garantie de leur fiabilité et de leur sûreté, en s'appuyant sur le programme simulation.
- L'alerte auprès des autorités, 24h sur 24 et 365 jours par an, en cas d'essai nucléaire étranger, de séisme sur le territoire national et de séisme majeur à l'étranger, ainsi que de tsunami survenant dans la zone euro-méditerranéenne.
- La maîtrise d'œuvre d'ingénierie et l'assistance à maîtrise d'ouvrage pour la construction et le démantèlement d'ouvrages complexes.
- La lutte contre la prolifération et le terrorisme nucléaire en contribuant au respect du Traité d'interdiction complète des essais nucléaires (Tice) et du Traité de non-prolifération (TNP).



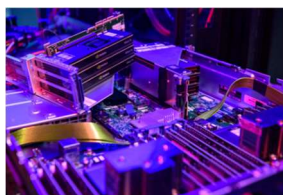
Simulation numérique

DES RESSOURCES INÉGALÉES

Le centre CEA DAM Île-de-France est aujourd'hui reconnu comme un leader européen en calcul numérique haute performance et en calcul intensif.

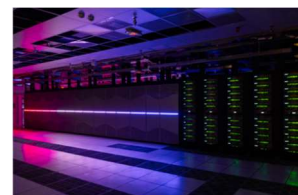


Supercalculateur Joliot-Curie du Très grand centre de calcul du CEA



Il exploite le Très grand centre de calcul du CEA (TGCC), ouvert à la communauté académique et industrielle.

Le TGCC est l'un des composants du technopôle Teratec, premier espace français – et l'un des plus grands d'Europe – entièrement consacré à la simulation et au calcul haute performance.



Le CEA/Le Ripault

Site Web : <https://www-dam.cea.fr/ripault>



Un pôle de compétences unique pour l'étude et la conception de matériaux performants et innovants

Le CEA Le Ripault est situé à Monts, près de Tours, en Région Centre Val de Loire. Il rassemble, au profit de la Direction des applications militaires (DAM) du CEA, tous les métiers et les compétences scientifiques et techniques nécessaires à la mise au point de nouveaux matériaux et de systèmes, depuis leur développement jusqu'à leur industrialisation :



- Ingénierie moléculaire & Synthèse
- Microstructures & Comportements
- Conception & Calculs
- Prototypage & Métrologie
- Fabrication & Traitement de surface
- Caractérisation & Expertise

Missions : Les salariés du Ripault unissent leurs compétences et leurs talents pour :

RÉPONDRE AUX ENJEUX DE LA DISSUASION NUCLÉAIRE

- Armes nucléaires
- Lutte contre la prolifération nucléaire
- Réacteurs nucléaires de propulsion navale

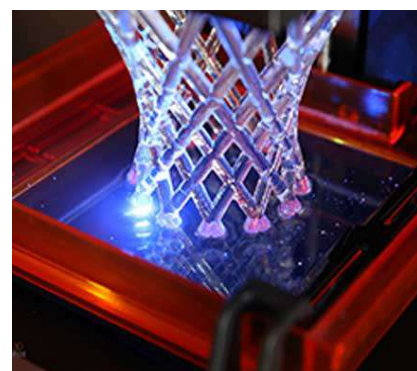
SURVEILLER, ANALYSER ET INTERVENIR POUR LA SÉCURITÉ

CONTRIBUER À L'EXCELLENCE DE LA RECHERCHE ET À LA COMPÉTITIVITÉ DE L'INDUSTRIE

Le CEA/Le Ripault propose des stages, alternances, thèses et des post-doctorats d'excellence dans les domaines des matériaux organiques, céramiques et composites, de l'électromagnétisme, des systèmes énergétiques bas carbone, des procédés de fabrication innovants et dans celui des matériaux énergétiques.

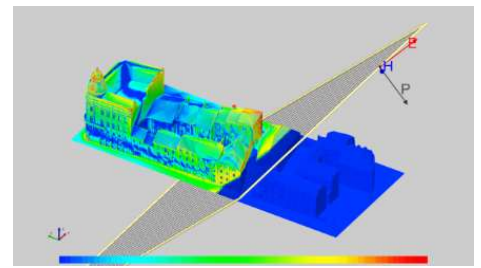


Une plateforme d'innovation est à disposition des salariés pour y mener des projets transversaux autour de la qualité de vie au travail, de la sobriété énergétique et de l'industrie du futur...



Le CEA/Gramat

Site Web : <https://www-dam.cea.fr/gramat>

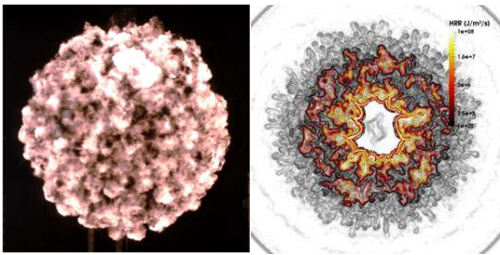


Gramat, la recherche au service de la Défense nationale

Situé dans la région Occitanie - Pyrénées Méditerranée, le site de Gramat compte 250 salariés et s'étend sur plus de 300 hectares.

Ses activités sont organisées autour de trois domaines d'applications : Dissuasion - Défense conventionnelle et Sécurité civile. Dans ces trois domaines, le CEA Gramat a la charge des études de vulnérabilité et de durcissement (capacité à résister à une agression) des systèmes d'armes face à des agressions nucléaires ou conventionnelles. A ce titre, il étudie notamment la vulnérabilité et la protection des installations vitales civiles et militaires de la nation.

Pour accomplir leurs missions, les équipes exploitent des moyens d'expertise de très haut niveau, qu'il s'agisse de simulations numériques haute performance ou de plateformes d'expérimentation physique uniques en France et en Europe.



Vue expérimentale et simulation numérique d'une boule de feu (explosif en détonation)



Chambre anéchoïque

Les domaines scientifiques étudiés sont très vastes et se rapportent à de nombreuses branches de la physique théorique ou expérimentale : mécanique des fluides et des structures, comportement dynamique des matériaux, détonique (science des explosifs), thermique, électromagnétisme, électronique, interactions rayonnement-matière, physique des plasmas, métrologie...

Douceur de vivre

Le centre CEA Gramat est au cœur du Parc naturel régional des Causses du Quercy, situé entre Rocamadour et Padirac dans le Lot. Côté nature, des paysages typiques du Lot sont d'une grande diversité. Côté loisirs, randonnées, canoé sur la Dordogne, sport, culture, festivals... des activités pour tous les goûts. Côté transport, le centre CEA Gramat est situé entre Brive (aéroport et gare) et Toulouse (aéroport). Côté papilles, le célèbre Rocamadour, le foie gras ou la truffe sont les produits phares du Lot. Sur le centre CEA Gramat, une conciergerie et une Association locale vous proposent divers services et activités culturelles, sportives et musicales.

Un rayonnement régional attractif

Afin de développer son niveau scientifique, le Centre s'appuie sur de nombreuses universités françaises (Limoges, Toulouse, Rennes...) et sur de grandes écoles d'ingénieurs (Ecole Polytechnique, Ecole des Mines...). Les ingénieurs du centre participent aux Pôles de compétitivité Aerospace Valley (Occitanie – Nouvelle Aquitaine, aéronautique, systèmes embarqués), et ALPHA Route des Lasers et Hyperfréquences (Nouvelle Aquitaine, lasers, micro-ondes et réseaux). Au niveau régional, le CEA Gramat développe ses partenariats avec les écoles doctorales et les laboratoires des régions proches. Cela se traduit par la création de Laboratoires de Recherche Conventionnés (LRC) permettant de renforcer les compétences de chacune des parties en matière de recherche académique et de recherche appliquée.

Ces collaborations se concrétisent par une récurrence d'une quinzaine de doctorants, d'une vingtaine d'apprentis et d'une vingtaine de stagiaires présents sur le site dans les domaines de l'électromagnétisme, de l'électronique, de la détonique (science des explosifs), de la dynamique des structures, de l'expérimentation et de la simulation numérique.

Le CEA/Valduc

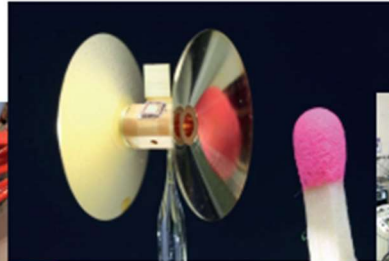
Site Web : <https://www-dam.cea.fr/valduc>

Valduc , un site de production unique !

Dédié à la fabrication des composants nucléaires des armes de la dissuasion, le CEA Valduc est à la fois un centre de recherche et un site industriel en évolution constante. Caractérisé par des produits de très haute valeur ajoutée et des procédés high-tech, il rassemble toutes les compétences et les moyens techniques nécessaires à l'accomplissement de sa mission, de la recherche de base sur les matériaux nucléaires aux procédés de fabrication et à la gestion des déchets.

Ses compétences sont principalement centrées sur la métallurgie de pointe, la chimie séparative et l'exploitation de grandes installations nucléaires.

Le centre accueille également l'installation radiographique franco-britannique Epure, dans laquelle sont réalisées des expériences hydrodynamiques.



Valduc, un cadre de vie exceptionnel !



L'existence d'une structure collaborative ouverte à tous contributeurs sur le centre permet le brassage d'idées au service de projets innovants dans un état d'esprit type Fab-Lab.

Un environnement épanouissant aux portes du Parc Régional de Bourgogne et à 45 mn de Dijon offre aux salariés des conditions de vie particulièrement agréables.

La qualité de vie au travail à Valduc, c'est aussi profiter des structures sportives, participer à des événements festifs (Tour du Centre, Fête de la Musique, Vœux, ...), bénéficier de services et d'offres (bibliothèque, spectacle, séjours sportifs, vacances...) grâce aux associations culturelles et sportives du centre.

Valduc, un attracteur de jeunes talents !

Au-delà des moyens classiques, Valduc mène de nombreux développements pour intégrer les dernières évolutions dans des domaines très variés* dans lesquels les jeunes en apprentissage ou en stage pourront se former et exprimer tout leur talent. Des sujets de thèse et de post-doctorat sont aussi proposés dans le cadre de collaborations étroites que le centre établit notamment avec l'Université de Bourgogne Franche Comté, l'Université de Toulouse, de Nancy, mais également en partenariat avec de nombreuses écoles (ESIREM, ENSAM, ENSMM, Mines de Nancy...).

* Physico-Chimie- Matériaux- Chimie organique et inorganique- Sûreté nucléaire - Soudage laser - Usinage d'ultraprécision - Fonderie - Mécanique- Microtechnologie - Calcul de structure - Bureau d'étude - Génie des procédés - Exploitation et maintenance de procédés chimiques - Mesures physiques - Radioprotection - Contrôle non destructif, dimensionnel - Maintenance électrotechnique & automatisme- Robotique et mécatronique - Infrastructures chauffage et fluides - Systèmes de vidéo contrôle - Supervision - Cybersécurité - Informatique- Ventilation nucléaire- Cryogénie



Valduc, se donner rendez-vous !

Intégrer le CEA Valduc, c'est avoir la perspective d'une carrière diversifiée dans des métiers de pointe ; c'est aussi donner un sens à son action, en contribuant à une mission au service de l'intérêt général.

Rendez-vous sur le site <http://www-dam.cea.fr/valduc> pour en savoir plus ou contactez-nous recrutement.valduc@cea.fr ou au 03 80 23 42 01 pour convenir d'un rendez-vous

LISTE DES DOMAINES DE COMPÉTENCES DES STAGES 2024 ET NOMBRE D'OFFRES PAR DOMAINE

• ADMINISTRATION D'ENTREPRISE ET COMMUNICATION	3 offres	Page 13
• CHIMIE	9 offres	Page 17
• COMPOSANTS ET ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES	1 offre	Page 27
• ELECTROMAGNÉTISME, GÉNIE ÉLECTRIQUE	17 offres	Page 29
• EXPLOITATION D'INSTALLATIONS SPÉCIFIQUES	2 offres	Page 47
• INSTRUMENTATION, MÉTROLOGIE ET CONTRÔLE	14 offres	Page 51
• MANAGEMENT ET PROJET	3 offres	Page 67
• MATÉRIAUX, PHYSIQUE DU SOLIDE	20 offres	Page 71
• MATHÉMATIQUES, INFORMATION SCIENTIFIQUE, LOGICIEL	34 offres	Page 93
• MÉCANIQUE ET THERMIQUE	23 offres	Page 129
• MOYENS GÉNÉRAUX ET INSTALLATIONS	2 offres	Page 153
• NEUTRONIQUE ET PHYSIQUE DES RÉACTEURS	1 offre	Page 157
• OPTIQUE ET OPTRONIQUE	7 offres	Page 159
• PHYSIQUE CORPUSCULAIRE ET COSMOS	3 offres	Page 167
• PHYSIQUE DU NOYAU, ATOME, MOLÉCULE	13 offres	Page 171
• QUALITÉ ET ENVIRONNEMENT	1 offre	Page 185
• SCIENCE DE LA TERRE ET DE L'ENVIRONNEMENT	1 offre	Page 187
• SCIENCES DU CLIMAT ET DE L'ENVIRONNEMENT	3 offres	Page 189
• SCIENCES POUR L'INGÉNIEUR	8 offres	Page 193
• SÉCURITE DU TRAVAIL, DES BIENS ET RADIOPROTECTION	2 offres	Page 203
• SUPPORT À LA PRODUCTION	1 offre	Page 207
• SÛRETÉ NUCLÉAIRE	3 offres	Page 209
• SYSTÈMES D'INFORMATION	1 offre	Page 213
• THERMOHYDRAULIQUE ET MÉCANIQUE DES FLUIDES	3 offres	Page 215

ADMINISTRATION D'ENTREPRISE ET COMMUNICATION

CONTEXTE : Pour ses missions, le CESTA développe et maintient des codes de calcul scientifiques. La multiplicité des domaines physiques (électromagnétisme, aérodynamique, aérothermie, dynamique rapide, . . .) ainsi que la durée de vie des ressources matérielles (programme exascale : une nouvelle architecture matérielle tous les 4-5 ans) induisent des contraintes fortes (maintenabilité, portabilité, évolutivité, . . .) sur les codes à la charge du service. Pour mettre en valeur les résultats produits par ces codes simulation, le laboratoire développe une activité de création de films d'animation de recherche et de développement d'applications en réalité virtuelle.

OBJECTIFS : Le(la) candidat(e) aura pour objectif d'apporter un soutien technique et artistique du côté production audiovisuelle et du côté réalité virtuelle.

FILM :

Utilisation du logiciel Blender

- développement d'outils/plugin en python/c++ pour la création d'effets visuels à partir de données

Réalité virtuelle :

Utilisation du logiciel Godot

- développement d'interface utilisateur et de fonctionnalités (mécanique d'interactions)

DUREE : 4-6 mois

Administration d'entreprise et communication

CENTRE

CEA/Cesta
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

CONTACT

GOMEZ Adrien
E-mail : adrien.gomez@cea.fr

CONTEXTE : Renforcer une culture commune dans les domaines achat et budgétaire

OBJECTIFS : Au sein l'unité de gestion du centre CEA/DAM, site de Valduc, le stagiaire aura en charge la conception de supports avec graphisme et message adaptés autour :

- des outils achat et budgétaire (exemples non exhaustifs)
 - Comment transformer une demande d'achat en commande
 - Comment saisir une réception
 - Où en est ma commande
 - Comment immatriculer un bien immobilisé
 - Comment demander l'accès à SAP et quel profil demander
- des sensibilisations métiers (exemples non exhaustifs)
 - La commande publique, les grands principes et règles associés
 - Le cycle achat pour les nuls
 - Le cycle budgétaire pour les nuls
 - Comment réformer un bien

....

Le(la) stagiaire rejoindra une équipe dynamique et motivée. Il(elle) devra faire preuve d'un très bon relationnel et être à l'aise pour aller chercher l'information et rencontrer les gens.

Des qualités rédactionnelles sont recherchées. Autonome, avec un sens de l'organisation, le(la) stagiaire devra avoir un esprit d'initiative et être créatif(ve).

DUREE : 4-6 mois

CENTRE

CEA/Valduc
21120 Is-sur-Tille, Bourgogne-Franche-Comté
E-mail : stage.valduc@cea.fr
Tél : 03-80-23-40-00

CONTACT

ALLAIRE Laurence
E-mail : laurence.allaire@cea.fr
GOUT Jean-François
E-mail : jean-francois.gout@cea.fr

CONTEXTE : Le service des ressources humaines et du dialogue social du CEA/Valduc a pour missions :

- de réaliser la meilleure adéquation possible des ressources humaines et des compétences aux besoins du centre de Valduc en quantité et en qualité, tout en développant les potentialités des salariés pour leur parcours professionnel et leur développement personnel ;
- d'assurer la gestion administrative de l'ensemble du personnel ;
- d'entretenir un dialogue social de qualité avec les représentants du personnel et d'assurer le bon fonctionnement des différentes instances.

Un contrat d'alternance est proposé de manière transverse au profit de l'ensemble de l'unité dans le domaine de la communication RH.

OBJECTIFS : Le(la) candidat(e) aura pour mission de valoriser les différentes actions réalisées par le service dans le cadre d'une communication RH efficace et proposer des améliorations des différents outils existants (intranet, espace collaboratif, etc) en lien avec l'unité communication du centre.

Ce stage pourra se poursuivre le cas échéant dans le cadre d'une alternance à la rentrée 2024.

DUREE : 4-6 mois

Administration d'entreprise et communication

CENTRE

CEA/Valduc
21120 Is-sur-Tille, Bourgogne-Franche-Comté
E-mail : stage.valduc@cea.fr
Tél : 03-80-23-40-00

CONTACT

LATAPIE Elodie
E-mail : elodie.latapie@cea.fr

CHIMIE

CONTEXTE : L'une des missions du CEA Gramat est de caractériser les matériaux inertes et énergétiques de défense. La prise en main des nouveaux moyens ou des nouveaux essais nécessite parfois l'utilisation de matériaux inertes représentatifs des matériaux énergétiques du point de vue des propriétés mécaniques et élastiques.

OBJECTIFS : Le stagiaire aura pour mission, en collaboration avec l'ingénieur en charge de la formulation du laboratoire, de formuler un matériau inerte représentatif d'une composition pyrotechnique du laboratoire de fabrication. Pour cela, le stagiaire utilisera un mélangeur acoustique dont il faudra tester les capacités et valider le mode opératoire. Les produits fabriqués seront ensuite analysés pour constituer une base de donnée exploitable.

Moyens proposés : Mélangeur acoustique (RAM), moyens de caractérisations physico-chimiques et mécaniques.

Le stage permettra d'acquérir des connaissances théoriques et pratiques dans le domaine de la chimie et de la formulation.

DUREE : 6 mois

POUSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

HABERT Loic
E-mail : loic.habert@cea.fr
TERZULLI Sophie
E-mail : sophie.terzulli@cea.fr

CONTEXTE : Les techniques d'intelligence artificielle, notamment l'apprentissage automatique (Machine Learning), sont susceptibles de mener à des progrès importants dans l'estimation a priori des propriétés de nouveaux matériaux. Cependant, elles nécessitent de disposer de grandes bases de données à partir desquelles se fait l'apprentissage. De telles bases de données font défaut, notamment dans le domaine des matériaux énergétiques (explosifs, propergols) pour lesquels les expériences sont particulièrement coûteuses.

OBJECTIFS : Pour remédier au manque de bases de données pour les matériaux énergétiques, le stage consistera dans un premier temps à étendre une base de données en cours de constitution au CEA, à l'aide de propriétés de composés énergétiques extraites de la littérature scientifique, avec un accent particulier sur la température de décomposition. Dans un deuxième temps, la base de données ainsi agrandie sera exploitée pour développer un modèle simple d'estimation de cette propriété. L'extension de la base de données sera quantifiée.

DUREE : 5-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Le Ripault
BP 16 – 37260 Monts, Centre-Val de Loire
E-mail : stage.ripault@cea.fr
Tél : 02-47-34-40-00

CONTACT

MATHIEU Didier
E-mail : didier.mathieu@cea.fr
WESPISER Clément
E-mail : clement.wespiser@cea.fr

CONTEXTE : La dynamique des molécules peut être sondée en RMN (Résonance Magnétique Nucléaire) par la mesure des temps de relaxation, et des coefficients d'autodiffusion. Cette information donne accès à des informations structurales, telles que la taille de porosités, l'état d'enchevêtrement ou de réticulation d'un polymère ou de son niveau de vieillissement.

OBJECTIFS : Le sujet de stage porte sur l'approfondissement de ce type de mesure pour l'étude des impuretés de composés énergétiques et les élastomères. Le projet comportera différents aspects :

- i) Des mesures de diffusion ont déjà été réalisées au laboratoire sur un explosif de référence (TATB) avec une sonde d'imagerie de faible gradient de champ. Pour le stage, une nouvelle sonde spécifique possédant un gradient beaucoup plus puissant sera utilisée afin d'améliorer la qualité de l'information structurale. Cela concerne la mise en œuvre des séquences RMN, le test de différents protocoles de traitement des données et leur interprétation
- ii) en parallèle on pourra évaluer l'apport des techniques de relaxation à bas champ, soit à champ fixe sur un appareil disponible au CEA le Ripault soit sur un appareil à champ cyclé en collaboration avec un laboratoire extérieur
- iii) Ces méthodes seront ensuite appliquées à d'autres composés ou compositions énergétiques d'intérêt et à l'étude du vieillissement d'élastomères en silicone.

DUREE : 5-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Le Ripault
BP 16 – 37260 Monts, Centre-Val de Loire
E-mail : stage.ripault@cea.fr
Tél : 02-47-34-40-00

CONTACT

PALMAS Pascal
E-mail : pascal.palmas@cea.fr

CONTEXTE : Le sujet du stage porte sur l'étude par RMN (Résonance Magnétique Nucléaire) de la structure moléculaire de composés organiques. Les systèmes qu'il faudra étudier sont des hétérocycles azotés entrant dans le cycle de conception de composés énergétiques. Ces structures ont la particularité de comporter peu d'atomes d'hydrogène et pour certains, de nombreux atomes d'azote. Cette caractéristique les rend particulièrement difficiles à caractériser par les techniques de RMN usuelles. Il est nécessaire d'utiliser différentes approches de RMN en solution et du solide à une et deux dimensions, la RMN de l'azote en plus de celle du carbone et des méthodes de corrélation basées sur les couplages indirects ou dipolaires.

OBJECTIFS : Le stage débutera par une étude bibliographique qui permettra d'appréhender les différentes approches, évaluer leur pertinence et leur fiabilité. Les méthodes choisies seront d'abord testées sur des molécules déjà connues. Certaines des séquences d'impulsion nécessitent le plus souvent des phases d'ajustement et de calibration. Elles seront ensuite appliquées pour élucider la structure de nouvelles molécules. On évaluera enfin leur intérêt pour l'étude des interactions intermoléculaires dans des systèmes plus complexes tels que des co-cristaux ou pour l'étude de l'interface molécule/polymère dans une composition à base de liant. L'intérêt de techniques avancées plus récentes basées sur la DNP (polarisation dynamique nucléaire) pourra être évalué en collaboration avec le centre CEA de Grenoble.

DUREE : 5-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Le Ripault
BP 16 – 37260 Monts, Centre-Val de Loire
E-mail : stage.ripault@cea.fr
Tél : 02-47-34-40-00

CONTACT

PALMAS Pascal
E-mail : pascal.palmas@cea.fr

CONTEXTE : De nombreux efforts ont été investis dans le développement de procédures d'estimation de la stabilité thermique de cristaux moléculaires, incluant les explosifs et propergols. Ces méthodes reposent sur une description plus ou moins détaillée du système constitué par les molécules, en prenant éventuellement en compte le réseau cristallin et les énergies des liaisons chimiques. Pour l'instant, il n'existe pas de procédure d'estimation pleinement satisfaisante.

OBJECTIFS : On envisage d'étudier une voie d'amélioration consistant à prendre en compte un ingrédient supplémentaire, susceptible d'influencer significativement la stabilité thermique du composé, à savoir ses mécanismes de décomposition obtenus par des simulations de dynamique moléculaire réactive. L'étude portera sur des explosifs, pour lesquels on déterminera des temps d'induction pour chaque température, qui seront comparés aux courbes d'allumage expérimentales.

Compétences acquises : utilisation de logiciels de chimie quantique et simulation moléculaire, scripts Python, modélisation.

DUREE : 5-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Le Ripault
BP 16 – 37260 Monts, Centre-Val de Loire
E-mail : stage.ripault@cea.fr
Tél : 02-47-34-40-00

CONTACT

WESPISER Clément
E-mail : clement.wespiser@cea.fr
MATHIEU Didier
E-mail : didier.mathieu@cea.fr

CONTEXTE : Dans le cadre de ses activités, le CEA utilise de nombreuses pièces en céramiques dans des procédés mettant en œuvre des sels fondus. Ces milieux particulièrement corrosifs peuvent conduire à une dégradation importante des matériaux céramiques. Le but de ce sujet sera d'améliorer la compréhension des phénomènes chimiques responsables de la corrosion de plusieurs matériaux céramiques dans deux systèmes de sels de chlorures fondus. L'impact du procédé de fabrication des céramiques sur leur durabilité chimique, notamment la fabrication additive, devra également être étudié afin d'évaluer le potentiel des nouvelles méthodes de fabrication des céramiques.

OBJECTIFS : L'étudiant(e), dans la continuité des travaux et études déjà réalisés, aura à piloter, avec l'assistance d'ingénieurs de recherche, les actions nécessaires pour réaliser :

- Les tests de durabilité chimique de divers matériaux céramiques soumis à des milieux corrosifs à haute température de type sels fondus,
- Le suivi et la réalisation des essais sur des pièces issues de procédés de fabrication innovants comme l'impression 3D céramique.

Ce sujet permettra au(à la) stagiaire d'approfondir ses connaissances théoriques et scientifiques, immergé dans un environnement associant la recherche et développement de pointe ainsi que les activités de production.

Le stage s'adresse à un(e) étudiant(e) souhaitant préparer un master ou un diplôme d'ingénieur. Le(la) candidat(e) doit avoir les connaissances de base en matériaux et caractérisation (MEB, DRX, Analyses élémentaires...). Ce sujet s'adresse à un(e) étudiant(e) polyvalent désireux(se) d'apprendre et de découvrir le métier d'ingénieur R&D, immergé au sein d'une équipe dynamique, dans un établissement industriel.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/Valduc
21120 Is-sur-Tille, Bourgogne-Franche-Comté
E-mail : stage.valduc@cea.fr
Tél : 03-80-23-40-00

CONTACT

DALGER Thomas
E-mail : thomas.dalger2@cea.fr
MALOUBIER Didier
E-mail : didier.maloubier@cea.fr

CONTEXTE : L'unité d'accueil spécialisée en analyses chimiques emploie la technique de spectrométrie de masse associée à un plasma généré par couplage inductif (ICP-MS) pour le dosage de divers éléments du tableau périodique dans des échantillons tels que des effluents. Ces éléments y sont présents en faibles concentrations, certaines pouvant descendre jusqu'à l'ultra-trace. Cependant, certains éléments souffrent d'interférences isobariques issues en grande partie de la matrice des échantillons, et ne peuvent donc être dosés avec justesse. Pour contrer ces interférences, une cellule de collision-réaction met à disposition quatre gaz aux effets et réactivités différents. L'étude de l'action de ces gaz sur les éléments issus de la matrice ainsi que ceux à doser doit permettre d'élargir les possibilités d'optimisation des méthodes analytiques afin d'obtenir les résultats les plus justes possibles et de répondre aux exigences des demandes client.

OBJECTIFS : Le/la stagiaire se formera dans un premier temps à l'utilisation du moyen analytique et aux méthodes de dosage utilisées en routine pour le dosage des impuretés présentes dans des échantillons liquides tels que des effluents. Pour cela, il/elle travaillera en compagnonnage avec les techniciens qui exploitent l'ICP-MS de façon à acquérir les connaissances techniques nécessaires et être force de proposition pour la conduite de tests dédiés au développement et à l'optimisation de méthodes de dosage employant les quatre gaz disponibles (hydrogène, oxygène, ammoniac et hélium) pour l'utilisation de la cellule de collision-réaction. Une fois le socle de connaissances acquis et les bonnes pratiques d'utilisation de l'instrument assimilées, le/la stagiaire réalisera les opérations suivantes afin d'optimiser les méthodes de dosage employées en routine :

- Recherche bibliographique sur l'emploi des gaz de collision et de réaction appliqués aux éléments et les interférents identifiés comme critiques ;
- Étude et comparaison de l'efficacité de chaque gaz et/ou mélange de gaz sur les éléments et interférents ciblés ;
- Création de méthodes et traitement des données au moyen du logiciel d'exploitation Syngistix ;
- Réalisation des tests de validation des méthodes optimisées en vue de la rédaction d'un dossier de validation.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/Valduc
21120 Is-sur-Tille, Bourgogne-Franche-Comté
E-mail : stage.valduc@cea.fr
Tél : 03-80-23-40-00

CONTACT

DARNAND Audrey
E-mail : audrey.darnand@cea.fr
LEGAY Guillaume
E-mail : guillaume.legay@cea.fr

CONTEXTE : Depuis le traité d'interdiction complète des essais nucléaires signé par la France en 1995, le Programme Simulation a été créé pour continuer à garantir la sûreté et la fiabilité des armes nucléaires de la dissuasion sans essais nouveaux. Pour valider ses outils de simulation, le CEA DAM dispose de plusieurs grands instruments dont le Laser Mégajoule (LMJ) sur lequel sont réalisées des expériences de Physique permettant d'atteindre des conditions de température et de pression extrêmes représentatives du fonctionnement des armes. La cible dans laquelle sont focalisés les faisceaux Laser du LMJ est constituée d'une grande variété d'éléments de nature et de géométrie diverses dont les dimensions sont très faibles (de quelques centaines de nanomètres à quelques centaines de microns). Ces éléments sont fabriqués et assemblés avec une très grande précision au sein de l'équipe "micro-technologies" du CEA DAM de Valduc, en Bourgogne.

OBJECTIFS : Le laboratoire dans lequel sera réalisé le stage est chargé de la synthèse de matériaux, parmi lesquels figurent des matériaux ultra-légers tels que des mousses organiques ou des aérogels, dont la masse volumique est inférieure à 1 g/cm³ entrant dans la composition d'un certain type de cibles expérimentées sur le LMJ. Ces matériaux sont tout d'abord synthétisés en voie liquide ou en émulsion, la polymérisation est ensuite réalisée par activation thermique et les matériaux sont enfin séchés par procédé supercritique. En résumé, pour pouvoir être mis en forme par usinage et utilisés comme éléments de cible, les matériaux produits doivent présenter des propriétés mécaniques élevées tout en étant composés principalement d'air !

De nombreux challenges sont à relever : variation de la composition atomique, élargissement des gammes de fabrication en terme de masse volumique, fabrication de matériaux sous une forme spécifique. Le stage s'inscrira dans une de ces activités-clefs du laboratoire. Le/la stagiaire pourra ainsi approfondir ses compétences en synthèse et fabrication de matériaux polymères, ainsi qu'en caractérisation de ces matériaux, le tout dans un laboratoire de recherche et de développement très appliqué.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Valduc
21120 Is-sur-Tille, Bourgogne-Franche-Comté
E-mail : stage.valduc@cea.fr
Tél : 03-80-23-40-00

CONTACT

GOUJARD Sarah
E-mail : sarah.goujard@cea.fr

CONTEXTE : Le stage proposé s'inscrit dans le contexte du développement d'un procédé innovant de conversion d'oxyde métallique en métal. Ce nouveau concept, plus respectueux de l'environnement, est actuellement à l'étude dans différents secteurs d'activités nécessitant la production de métaux réfractaires ou d'alliages. Cette méthode est très attractive car elle permet en une étape de décomposer un oxyde métallique en métal et en dioxygène O₂(g) par électrolyse à haute température (850°C). Une des problématiques de cette méthode concerne la formation d'oxygène O₂(g) à l'anode puisque la plupart des matériaux "standards" sont consommés ou fortement dégradés durant cette opération.

OBJECTIFS : L'objectif du stage sera donc d'étudier le comportement de nouveaux matériaux au cours de la réaction de dégagement de dioxygène. Différents paramètres du procédé seront évalués, comme par exemple la réactivité vis-à-vis de l'oxygène, la température, les conditions d'électrolyse, etc... Pour répondre à cet objectif, le(la) stagiaire aura à sa disposition les dispositifs expérimentaux mettant en œuvre le procédé à l'échelle laboratoire, mais également des moyens de détection et d'analyses de dioxygène (détecteur O₂(g)...). En cas de dégradation des matériaux, les analyses ou caractérisation des matériaux seront réalisées (MEB, ICP...). Un classement des performances des matériaux testés devra être proposé.

Ce stage s'adresse à un(e) étudiant(e) polyvalent désireux(se) d'apprendre, d'expérimenter et de découvrir une phase de développement d'un procédé innovant, au sein d'une équipe dynamique, dans un établissement industriel.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Valduc
21120 Is-sur-Tille, Bourgogne-Franche-Comté
E-mail : stage.valduc@cea.fr
Tél : 03-80-23-40-00

CONTACT

LEMOINE Olivier
E-mail : olivier.lemoine@cea.fr
MALOUBIER Didier
E-mail : didier.maloubier@cea.fr

COMPOSANTS ET ÉQUIPEMENTS ELECTRONIQUES

CONTEXTE : Le stage est co-encadré par le CEA Gramat et le LAAS-CNRS à Toulouse et s'articule autour de la conception / fabrication d'un conditionneur de signal de mesure pour une jauge de contrainte. Le système permet de polariser la jauge et de collecter le signal de mesure généré par la jauge piezorésistive suite à une sollicitation mécanique. Le conditionneur doit restituer le contenu spectral du signal de mesure sur une bande passante de 100 MHz. L'autre qualité qui est demandée au conditionneur est sa bonne immunité face à la présence d'un courant perturbateur au cours de son utilisation. La conception du circuit imprimé demandera une prise en compte, notamment par simulation électromagnétique, des effets électriques induits par le circuit imprimé sur les caractéristiques du conditionneur. L'architecture du conditionneur étant définie, le travail consistera à concevoir le circuit imprimé sur lequel seront soudés les composants électroniques discrets.

OBJECTIFS : La conformité du comportement du conditionneur sera évaluée par la simulation numérique des signaux électriques transitant dans la jauge de contrainte et le conditionneur avant fabrication du prototype. Après fabrication, le comportement du prototype de conditionneur sera évalué expérimentalement. L'étendue de la bande passante, le niveau d'impédance de transfert, la stabilité et la précision du conditionneur seront mesurés afin d'évaluer la conformité du dispositif avec le cahier des charges fixé.

Après avoir pris connaissance du cahier des charges du conditionneur, de son architecture et de son principe de fonctionnement, le stage consistera à concevoir le circuit imprimé destiné à accueillir les composants analogiques discrets du conditionneur. La modélisation du comportement électrique de l'ensemble des composants du conditionneur (transistors bipolaires, régulateurs de courant) en interaction avec le comportement électrique du circuit imprimé sera indispensable afin de valider le comportement du conditionneur en conformité du cahier des charges. Ce travail de conception / simulation sera effectué avec le logiciel ADS. Une formation sur l'utilisation du logiciel ADS est prévue au LAAS-CNRS. La fabrication du circuit imprimé sera sous-traitée. L'assemblage du conditionneur sera effectué dans l'atelier d'électronique du LAAS-CNRS. Le contrôle CEM du conditionneur sera effectué au moyen d'une mesure d'impédance de transfert sur le spectre 10 kHz-100 MHz. La mesure de la bande passante du conditionneur sera également effectuée.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Composants et équipements
électroniques

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

LEFRANÇOIS Alexandre
E-mail : alexandre.lefrancois@cea.fr
BARBARIN Yohan
E-mail : yohan.barbarin@cea.fr

ÉLECTROMAGNÉTISME, GÉNIE ÉLECTRIQUE

CONTEXTE : Pour les véhicules tactiques comme les avions et les drones, la furtivité électromagnétique est primordiale dans un contexte de détection Radar. Afin de réduire leur détectabilité, les ingénieurs en conception électromagnétique peuvent utiliser des métasurfaces composées de motifs métalliques déposés sur des matériaux diélectriques et magnétiques. L'évaluation de la performance de ces solutions est généralement menée à l'aide de codes 3D très coûteux à mettre en oeuvre. Or dans la majorité des cas traités, des approches simplificatrices peuvent être utilisées permettant ainsi de réduire le nombre de paramètres influant sur la furtivité à seulement une dizaine. Dans le cadre d'une conception intégrée des objets furtifs avec les différentes équipes en charge, ces approches permettent de faciliter les échanges en simplifiant les interfaces et ainsi de gagner en efficacité.

OBJECTIFS : L'objectif de ce stage est de proposer une modélisation Python de métasurfaces actives basée sur une approche quasi-statique de type circuit. Dans un premier temps, pour une topologie donnée, le (ou la) candidat(e) proposera un circuit paramétré dont les composants R, L, C (résistifs, inductifs et capacitifs) seront fonction de la géométrie et des matériaux de la métasurface. Dans un deuxième temps, un travail sur le modèle de circuit permettra de trouver de nouveaux points de fonctionnement et de remonter aux propriétés associées à la métasurface. Pour finir, le modèle circuit sera validé par un code 3D disponible au sein du laboratoire ainsi que par la mesure d'une petite maquette canonique conçue par le (ou la) candidat(e).

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Cesta
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

CONTACT

AGUILERA Paula
E-mail : paula.aguilera@cea.fr

CONTEXTE : L'unité d'accueil est en charge de faire évoluer un accélérateur d'électrons utilisé dans le cadre de la radiographie éclair.

Dans ce contexte, plusieurs ingénieurs, spécialistes des générateurs hautes tensions et faisceaux électroniques, sont regroupés au sein d'une même équipe pour faire la pré-étude de ce nouvel équipement.

L'étudiant(e) recruté(e) sera en charge de réaliser des simulations numériques afin de définir la partie du système qui génère les électrons, appelée diode électronique, et travaillera en étroite collaboration avec un ingénieur. Ces simulations seront effectuées à l'aide d'un code numérique disponible dans le laboratoire, qui calcule la trajectoire des électrons en dynamique sous forme d'un faisceau intense de plusieurs kilo-Ampère et sous plusieurs Méga-Volts.

OBJECTIFS : L'objectif du stage est d'étudier à l'aide d'un code de simulation de trajectoires électroniques, différentes géométries de diode. La contrainte principale provient de la faible tension d'injection utilisée, qui contraindra l'étude vers de nouveaux profils de cathodes électroniques non plans.

L'étude démarrera par la simulation de diodes existantes afin de donner des géométries initiales de référence, puis se poursuivra par les variations de différents paramètres géométriques afin de comprendre leurs effets et leurs implications dans la phénoménologie de formation d'un faisceau électronique.

Les différentes études paramétriques devront permettre de converger vers un profil géométrique qui optimise les différentes contraintes du faisceau.

Le stage démarrera par une partie théorique/bibliographique sur les faisceaux d'électrons. Il continuera par la prise en main du code PIC (Particule In Cell) qui sera ensuite utilisé pour les simulations des différentes géométries envisagées.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Cesta
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

CONTACT

COURTOIS LAURENT
E-mail : laurent.courtois@cea.fr

CONTEXTE : L'unité d'accueil dispose d'un prototype de machine à induction dans le but de produire un faisceau intense (\sim kA) d'électrons à énergie modérée (<1 MeV). Un générateur impulsif alimente une diode par l'intermédiaire d'un transformateur linéaire. Sous l'effet du champ électrique qui s'applique à sa surface, la cathode émet le faisceau d'électrons souhaité. Actuellement, la partie anodique de la diode est constituée d'une feuille métallique très fine tendue au regard de la surface de la cathode, et le faisceau d'électrons est utilisé immédiatement après la traversée de cette feuille. Pour des applications futures, nous souhaitons être en mesure d'utiliser le faisceau dans des conditions qui imposent une certaine distance de propagation, ce qui nécessite la modification de la diode et la réalisation d'un espace de propagation et de focalisation. Compte-tenu de la tension modérée de la diode, il y a un compromis à trouver entre le courant et la qualité du faisceau extrait.

OBJECTIFS : L'objectif du stage est d'étudier numériquement les stratégies possibles pour extraire et propager un faisceau électronique de façon optimale. Les critères de qualité recherchés sont la densité de courant que l'on peut atteindre dans une tache électronique après focalisation, son homogénéité spatiale ainsi que la capacité à faire varier la taille de la tache électronique. L'étude portera notamment sur le dimensionnement de la diode et des champs magnétiques externes, l'utilisation de diaphragmes, d'anode sans feuille... Le résultat attendu est la définition d'une géométrie complète.

Le stage démarrera par une partie théorique/bibliographique sur la physique des faisceaux d'électrons. Il continuera par la prise en main du code PIC (Particle In Cell) qui sera ensuite utilisé pour les simulations des différentes stratégies envisagées.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Cesta
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

CONTACT

FOURMENT CLAUDE
E-mail : claudе.fourment@cea.fr

CONTEXTE : Le CEA réalise des essais en vol d'objets spatiaux munis d'antennes pour réaliser des fonctions spécifiques relatives aux expérimentations embarquées sur les objets.

Ce sujet de stage propose de concevoir une de ces antennes, qui pourra être embarquée sur un objet à moyen-terme.

Le besoin fonctionnel implique un choix technique d'antenne dont la bande fréquentielle de fonctionnement est intermédiaire entre les notions habituelles de "bande-étroite" et "large-bande".

Au-delà du travail de conception d'antenne, ce stage propose une formation au travail en environnement pluridisciplinaire où les interactions avec des unités ne travaillant pas sur les mêmes sujets sont indispensables.

OBJECTIFS : Pour réaliser ce stage, il sera nécessaire d'effectuer une brève synthèse bibliographique des concepts d'antenne répondant au besoin technique exprimé ci-dessus afin de choisir le concept d'antenne sur lequel travailler.

Ce concept sera ensuite étudié à l'aide du logiciel de conception électromagnétique Ansys Electronics Desktop (HFSS). Si le stage aboutit à une conception réussie sous HFSS, il sera alors possible d'initier une définition industrielle de l'antenne en interaction avec d'autres unités du CESTA, mais également de fabriquer un prototype de cette antenne et d'aboutir à une mesure des caractéristiques d'adaptation et de gain de l'antenne réalisée.

DUREE : Césure ou 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/Cesta
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

CONTACT

GIRARD Maxime
E-mail : maxime.girard@cea.fr

CONTEXTE : La conception d'objets furtifs nécessite un travail pluridisciplinaire. Dans ce cadre, il est parfois nécessaire de mener des actions de formation en interne auprès de collaborateurs n'ayant pas de formation initiale en électromagnétisme. La compréhension des phénomènes mis en jeu pose un défi, notamment à cause du manque de capacité à comprendre intuitivement ces phénomènes. Ainsi, l'utilisation de supports visuels (images statiques, vidéos, animations...) dans ce cadre peut fortement aider à la compréhension des notions présentées. Ce stage propose de développer une aide à la conception de supports de formation.

OBJECTIFS : L'objectif principal est de développer une bibliothèque de fonctions utilisateur à destination d'un formateur, sous la forme d'un module python. Celui-ci permettra de générer des images statiques puis animées de phénomènes électromagnétiques en maximisant le plus possible l'appel de fonctions en langage naturel.

Les phénomènes considérés commenceront par de la propagation simple en espace libre puis pourront évoluer au fur et à mesure de la réalisation du stage vers, par exemple, des cas de réflexion sur une surface, de rayonnement d'antennes etc ...

Pour réaliser le stage, il faudra d'abord consolider ses connaissances en électromagnétisme de base si besoin, puis proposer une modélisation des grandeurs solutions des différents cas proposés ci-dessus et aboutir à leur représentation graphique. Il ne sera pas demandé au stagiaire d'effectuer les démonstrations mathématiques sous-jacentes.

Ce stage propose donc une formation en électromagnétisme théorique et en développement logiciel sous python.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/Cesta
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

CONTACT

GIRARD Maxime
E-mail : maxime.girard@cea.fr

CONTEXTE : Ce sujet de stage s'inscrit dans le cadre de l'analyse phénoménologique des signatures RADAR. Un objet illuminé par un radar renvoie une onde électromagnétique porteuse d'informations qui lui sont caractéristiques. De manière usuelle, la puissance de l'écho radar renvoyé est utilisée pour la détection, la phase de cet écho est porteuse du doppler, donc de la vitesse,... Plus rarement utilisée, la manière dont il dépolarise ou pas l'onde électromagnétique incidente peut permettre de le classifier, voire de l'identifier. Pour ce faire, des post-traitements spécifiques exploitant les composantes polarisées et dépolarisées de l'écho doivent être développés.

OBJECTIFS : Les objectifs du stage consistent à développer les outils de traitement et d'analyse de données de SER exploitant la polarimétrie. Il s'agit en particulier de transformations de la matrice de scattering exprimant les paramètres discriminants dans d'autres bases (paramètres d'Euler, paramètres de Huynen). Il s'agira ensuite d'appliquer ces outils sur une base de données de signatures de cibles canoniques (cylindre, plaques, dièdres, cubes,...) pour apprécier les capacités des méthodes à extraire des paramètres discriminants et exhiber des "règles d'ingénieur" méthodologiques pour en faciliter la mise en oeuvre.

DUREE : 5-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

Electromagnétisme, génie électrique

CENTRE

CONTACT

CEA/Cesta
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

MORVAN SYLVAIN
E-mail : sylvain.morvan@cea.fr

CONTEXTE : Pour les véhicules tactiques comme les avions, les drones ou les vecteurs hypersoniques, la furtivité électromagnétique est primordiale dans un contexte de détection Radar. En particulier, leur conception doit intégrer la réduction de leur Surface Equivalente Radar (SER), quantité physique traduisant la qualité d'un objet à réfléchir les ondes électromagnétiques.

Lorsque la taille de l'objet est de l'ordre de quelques longueurs d'ondes, sa SER est calculable avec des solveurs Maxwell implantés sur des machines massivement parallèles. Indispensables pour la conception, ces solveurs restent néanmoins lourds à utiliser, et ne sont pas adaptés à des évaluations rapides.

Dans ce cas, d'autres outils sont disponibles : Optique Physique, Théorie Géométrique de la Diffraction... Ces appellations désignent des modes de calcul plus souples, car basés sur un certain nombre d'hypothèses approchantes, mais apportant une précision suffisante pour les premières étapes de conception.

OBJECTIFS : L'objectif du stage est de concevoir et développer un outil d'évaluation rapide de la signature Radar, et de l'appliquer à un cas concret de drone aérien simplifié. Dans un premier temps, le/la stagiaire recensera les méthodes approchées, pour en identifier les périmètres d'utilisation. Les plus pertinentes seront codées (en Python ou Matlab) afin de les comparer. En parallèle de cette étude, le/la stagiaire s'appropriera un code Matlab développé au CEA qui implémente l'Optique Physique. Après avoir identifié les extensions les plus pertinentes en termes de compromis précision/complexité de calcul, il/elle fera évoluer l'outil pour les intégrer à la simulation. L'apport des extensions proposées sera démontré par des simulations croisées sur des cas canoniques et des objets réalistes.

Le stage se déroulera dans une équipe dynamique d'ingénieurs spécialistes en furtivité électromagnétique, et sera l'occasion de découvrir le CEA et la palette de ses activités multi-physiques de la recherche à l'opérationnel.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Electromagnétisme, génie électrique

CENTRE

CEA/Cesta
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

CONTACT

PAGANI Pascal
E-mail : pascal.pagani@cea.fr
AGUILERA Paula
E-mail : paula.aguilera@cea.fr

CONTEXTE : La compatibilité électromagnétique (CEM) des systèmes conçus et réalisés par le CEA-DAM s'appuie sur une démarche qui combine essais et simulation numérique. Les essais peuvent avoir des objectifs d'identification des performances électromagnétiques (EM) de sous-ensembles ou d'un système, ou de qualification de la tenue aux environnements EM. La simulation numérique pour la CEM est utilisée en complément des essais d'identification et de qualification :

- En complément aux essais d'identification, elle permet d'estimer des observables dont la mesure n'est pas accessible et de calculer les performances de configurations qui n'ont pas fait l'objet d'un essai,
- En complément aux essais de qualification, elle permet la gestion des écarts entre les configurations expérimentale et opérationnelle.

Les codes CEM utilisés au CESTA sont principalement TEMSI-FD (code 3D), mais aussi CRIPE (code câble, hybridé à TEMSI-FD) et CST (3D + câble).

OBJECTIFS : Le stage a pour objectif d'améliorer la maîtrise des performances en CEM. Pour cela, le stage comporte des objectifs techniques séquentiels, en lien calendaire avec les projets du CEA-DAM :

1. Simulation pour la restitution d'un essai de mesure de faradisation d'une cavité métallique comportant des ouvertures : familiarisation avec le code TEMSI-FD, évaluation de la fonction de transfert en champ EM et du couplage champ à câble,
2. Réalisation et interprétation de simulations en complément à l'essai du point 1, en ajoutant dans la cavité des matériaux possédant des propriétés EM d'intérêt pour améliorer les performances du système,
3. Réalisation et analyse de simulations de prédiction de la faradisation d'une cavité comportant des ouvertures, constituée de matériaux métalliques et composites : anticipation des performances de faradisation afin de préparer la réalisation d'un essai ultérieur.

Ces trois objectifs permettront au(à la) stagiaire dans un premier temps d'appréhender la démarche de validation des résultats de la simulation par comparaison aux résultats d'essai, puis d'exercer son esprit d'analyse pour le choix de nouveaux modèles à mettre en œuvre, dans le cadre contraint du calendrier projet.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/Cesta
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

CONTACT

ZUBER Céline
E-mail : celine.zuber@cea.fr

CONTEXTE : Le CEA Gramat étudie le comportement de matériaux sous agressions nécessitant l'usage de métrologies dynamiques. L'interférométrie Doppler hyperfréquence (gamme de fréquence 30 - 100 GHz) a été identifiée comme une technique très prometteuse pour mesurer sur de brefs instants des vitesses entre quelques m/s à plusieurs centaines de m/s. Ces mesures de vitesses vont permettre de mieux caractériser les vitesses de projectiles, de gerbes d'éclats métalliques ou de déformations de structures. Ce stage consistera à assembler et tester un prototype fonctionnant à 60 GHz avec son système antennaire déporté.

OBJECTIFS : Les travaux débiteront par une analyse des moyens existants que sont un radar commercial à 30 GHz et un radio-interféromètre à 90 GHz conçu spécialement pour mesurer des vitesses de détonation dans les matériaux. Ensuite, le(la) candidat(e) modélisera l'architecture du futur interféromètre à 60 GHz avec le logiciel ADS. Les composants approvisionnés seront caractérisés par partie en laboratoire avant d'assembler le prototype complet. De premiers essais à basses vitesses permettront de valider le système. Suivant la durée du stage, une optimisation du guide d'onde de sortie et de l'antenne pourra être menée. Après, suivant le planning des essais du CEA Gramat, des essais réels seront effectués et analysés. Enfin, le(la) stagiaire sera amené(e) à améliorer les méthodes de traitement du signal actuelles.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Electromagnétisme, génie électrique

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

BARBARIN Yohan
E-mail : yohan.barbarin@cea.fr
GAPILLOUT Damien
E-mail : damien.gapillout@cea.fr

CONTEXTE : Le CEA Gramat est le centre d'expertise du CEA DAM (Direction des Applications Militaires) dans le domaine des effets électromagnétiques des armes. A ce titre, il réalise d'une part, des études de vulnérabilité de matériels soumis à des agressions électromagnétiques diverses et d'autre part, des études sur les technologies potentielles pour la conception de sources électromagnétiques.

OBJECTIFS : Dans le cadre de la lutte anti-drone, le candidat aura pour objectif de participer à la mise en place d'une plateforme de tests de vulnérabilité des drones commerciaux face aux agressions électromagnétiques intentionnelles.

Le déroulement du stage s'effectuera en plusieurs étapes :

- Analyse d'un drone du commerce. Il sera fourni au candidat un drone commun du commerce sur lequel portera l'étude.
- Mise en place d'un système de contrôle à l'aide d'une carte Arduino Uno qui permettra de piloter certains éléments. Pour cela, le candidat s'appuiera sur les travaux déjà menés au sein du laboratoire.
- Le candidat mènera l'étude de vulnérabilité associée.

DUREE : 6 mois

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

DALLOMO Christophe
E-mail : christophe.DALL-OMO@cea.fr

CONTEXTE : Les boucles à verrouillage de phase ou PLL (Phase-Locked loop) sont des éléments indispensables au fonctionnement des systèmes de radiodétection et radiocommunication. Ils sont utilisés comme oscillateur local aussi bien dans les émetteurs que dans les récepteurs et ont pour rôle de générer un signal sinusoïdal de fréquence très stable permettant de réaliser une transposition de fréquence. Le bon fonctionnement de cet élément est donc indispensable au bon fonctionnement du système de radiodétection ou de radiocommunication. Pour l'instant, nos études se sont focalisées sur l'apparition des phénomènes d'oscillation subharmonique induits par des signaux d'interférence purement sinusoïdaux.

OBJECTIFS : L'objectif du stage est de continuer à étudier l'apparition des phénomènes d'oscillation subharmonique en diversifiant la forme d'onde du signal d'interférence puis de déterminer les paramètres du signal d'interférence et de la PLL nécessaires à l'apparition de phénomènes d'oscillation chaotique. Pour cela, il sera nécessaire d'utiliser des outils théoriques et de caractérisation pour l'analyse des oscillateurs non linéaires généralement employés en automatique.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

HOFFMANN Patrick
E-mail : patrick.hoffmann@cea.fr

CONTEXTE : Le CEA Gramat est le centre d'expertise du CEA DAM (Direction des Applications Militaires) dans le domaine des effets électromagnétiques des armes. A ce titre, il réalise d'une part, des études de vulnérabilité de matériels soumis à des agressions électromagnétiques diverses et d'autre part, des études sur les technologies potentielles pour la réalisation de sources électromagnétiques à énergie dirigée microonde.

OBJECTIFS : Le domaine du bioélectromagnétisme s'attache à comprendre les mécanismes d'interaction entre les ondes électromagnétiques (EM) et le vivant. Dans le cadre de ces activités, les formes d'ondes mises en jeu sont spécifiques. Il est donc nécessaire d'étudier celles-ci et d'évaluer leurs effets éventuels sur la santé. L'objectif du stage est de mettre en œuvre des outils de simulation numérique et des moyens expérimentaux pour concevoir un moyen métrologique (applicateur) répondant aux besoins exprimés par les biologistes. Ainsi, une bonne maîtrise du moyen d'exposition permet d'estimer au mieux les caractéristiques du champ EM éventuellement associées à des effets biologiques observés. Le stage s'articulera suivant trois phases :

- Premièrement, la prise en main du sujet se fera par une étude bibliographique et la compréhension des dispositifs déjà fonctionnels.
- Deuxièmement, une phase de recherche et développement d'un dispositif hyperfréquence sera réalisée à l'aide des logiciels de simulations afin d'améliorer les applicateurs existants et/ou concevoir un nouvel applicateur.
- Troisièmement, en fonction de l'avancement, une réalisation suivie d'une vérification expérimentale de ses caractéristiques seront effectuées.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

JOLLY Nicolas
E-mail : nicolas.jolly@cea.fr

CONTEXTE : Le CEA Gramat est le centre d'expertise du CEA DAM (Direction des Applications Militaires) dans le domaine des effets électromagnétiques des armes. A ce titre, il réalise d'une part, des études de vulnérabilité de matériels soumis à des agressions électromagnétiques diverses et d'autre part, des études sur les technologies potentielles pour la réalisation de sources électromagnétiques à énergie dirigée.

OBJECTIFS : L'objectif du stage est d'étudier, réaliser et caractériser un système antenne compact rayonnant suivant deux lobes, en s'appuyant sur la simulation numérique et les moyens du centre de Gramat (chambre anéchoïde et base de mesure de champ proche) pour la partie expérimentale.

En règle générale, les concepteurs d'antennes cherchent à optimiser leur rayonnement dans une direction privilégiée unique. L'originalité du sujet réside dans le souhait de développer une antenne compacte rayonnant dans deux directions simultanément.

L'organisation générale des travaux se décline suivant quatre phases :

- Recherche bibliographique
- Etude / conception par simulation numérique :
 - Optimisation de l'efficacité de l'antenne (antenne mono-lobe)
 - Optimisation du rayonnement de l'antenne (système antenne) pour un rayonnement bi-lobe
- Réalisation du système antenne
- Caractérisation expérimentale et comparaison avec les simulations :
 - Mesure de diagrammes de rayonnement

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

LALLE Béatrice
E-mail : beatrice.lalle@cea.fr

CONTEXTE : Le CEA Gramat s'intéresse aux effets des ondes électromagnétiques sur les dispositifs électroniques mis en oeuvre sur des aéronefs, des véhicules terrestres ou encore des infrastructures. La problématique traitée ici est celle de la compatibilité électromagnétique appliquée au domaine militaire.

A ce titre, des études sont menées avec une approche expérimentale complétée par des simulations numériques.

L'exposition électromagnétique est alors reproduite, suivant un scénario opérationnel ou suivant des normes.

Cette exposition peut consister en l'application d'un champ en onde plane (impédance 377 Ohm) ou un champ principalement électrique (dit haute impédance) ou magnétique (dit basse impédance).

Selon l'impédance de cet environnement, les niveaux de contrainte et donc le risque de défaillance des équipements électroniques visés peuvent changer.

OBJECTIFS : L'objectif de ce stage est alors de comparer les effets d'un champ en haute impédance, en basse impédance et en onde plane. Il s'agit notamment d'estimer l'éventuelle majoration (ou minoration) des effets d'une onde plane.

Une démarche s'appuyant sur un code de simulation numérique du CEA pourra être menée. Il s'agira pour le(la) stagiaire de mailler le cas test d'intérêt, puis de mettre en oeuvre un code de calcul du CEA sur un super-calculateur et enfin de post-traiter et d'exploiter les résultats.

La CAO du cas test étudié sera fournie par le CEA ; il pourra s'agir par exemple d'un aéronef, gros porteur ou avion de chasse, et ses équipements et câblage associés.

A titre de vérification expérimentale, des mesures sur des équipements électriques réalistes pourront aussi être effectuées avec les moyens expérimentaux du CEA/Gramat.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

LE TOUZ Nicolas
E-mail : nicolas.letouz@cea.fr

CONTEXTE : Le CEA Gramat est le centre d'expertise du CEA DAM (Direction des Applications Militaires) dans le domaine de l'électromagnétisme. Il réalise à ce titre des études de vulnérabilité de matériels soumis à des agressions électromagnétiques diverses. Ces études s'appuient sur des moyens de simulations numériques et expérimentaux.

Dans ce contexte, des actions de communication sont très souvent réalisées auprès de divers publics (collégiens, lycéens, étudiants de différents niveaux, salariés, ...). Le CEA cherche donc à mettre en place une démonstration à but pédagogique dans le domaine de l'électromagnétisme/électronique sur la base de la réalité augmentée.

Sur la base de l'EM-SCANPHONE développé par la société LUXONDES, l'objectif de ce stage est de mettre en place une démonstration électromagnétique de mesure de rayonnement émis par des cartes électroniques.

OBJECTIFS : Ce stage se déroulera en plusieurs étapes :

- Prise en main de l'EM-SCANPHONE (utilisation du téléphone et/ou analyseur de spectre) avec utilisation de la carte électronique à disposition,
- Essais sur différentes cartes électroniques (carte mère, écran, tablette, ...) afin de définir les limitations de l'appareil,
- Réalisation des simulations électroniques / électromagnétiques représentatives,
- Développement, conception et réalisation de cartes électroniques "ludiques" qui permettent de mettre en évidence les mécanismes de rayonnement ou de protection,
- Présentation de la démonstration.

Durant les travaux, le(la) stagiaire pourra proposer des évolutions du matériel associé à cette démonstration et initier les achats (bras mécanique pour faciliter son utilisation, ...).

En fonction de l'avancée des travaux, le(la) stagiaire pourra étendre les capacités de ce moyen à d'autres applications comme par exemple le suivi de parasites.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

MEJECAZE Guillaume
E-mail : guillaume.mejecaze@cea.fr
LOPEZ Jean-Marc
E-mail : jean-marc.lopez@cea.fr

CONTEXTE : De nombreuses études menées au CEA-Gramat portent sur le transport d'ondes électromagnétiques de fortes intensités et leurs interactions avec des systèmes électroniques, dans le but de quantifier leur vulnérabilité.

La propagation guidée des ondes électromagnétiques de fortes intensités ne peut s'effectuer via des câbles coaxiaux du fait des fortes atténuations qu'ils induisent au-delà du GigaHertz d'une part, et d'autre part, du fait des claquages fréquents aux interfaces entre les éléments métalliques possédant de faibles rayons de courbure et les diélectriques.

Pour pallier ces deux limites, le recours aux guides d'onde est effectué pour transporter l'onde électromagnétique du générateur jusqu'au système sous test. Cependant, des phénomènes de claquage dans l'air peuvent être induits au voisinage de défauts, de connecteurs...

Pour ces raisons, la modélisation de la formation de plasmas d'arc dans l'air est nécessaire de façon à maîtriser ce phénomène.

OBJECTIFS : L'objectif du stage est d'effectuer une modélisation collisionnelle - radiative des ions produits dans un volume d'air soumis à un champ électrique intense. A partir des sections efficaces des processus d'excitation et d'ionisation induits par les électrons et les photons, et impliquant les différents états excités des ions, le(a) candidat(e) devra développer un code existant permettant de calculer les vitesses de variation des densités des espèces du plasma. Les résultats de ces calculs pourront être confrontés à des mesures effectuées sur un éclateur.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

RIBIERE Maxime
E-mail : maxime.ribiere@cea.fr

CONTEXTE : Le CEA dans le cadre de ses programmes, utilise des générateurs de classe MV pour qualifier des systèmes. Ces générateurs, développés dans les années 80/90, nécessitent la réalisation de maintenances et des changements de pièces pour garantir leur pérennité.

Il est nécessaire de garantir leur fonctionnement de façon à garantir la continuité de service de ces moyens au profit des applications expérimentales liés aux programme de Défense. Pour un simulateur impulsionnel, il est nécessaire d'analyser et de redévelopper une carte d'électronique de commande afin de se prémunir d'un manque de rechange.

OBJECTIFS : Cette carte de commande a pour but de générer deux signaux. Un premier de 500V qui déclenche un système de trigger, un second en 10V synchrone au précédent pour déclencher les dispositifs de mesures.

La technologie de ce système étant vieillissante, deux solutions seront réalisées :

- Une version identique avec des composants disponibles sur le marché ;
- Une version optimisée avec des technologies plus récentes (MOS, IGBT etc..).

DUREE : 2-3 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

SAURIN Quentin
E-mail : quentin.saurin@cea.fr
LOPEZ Jean-Marc
E-mail : jean-marc.lopez@cea.fr

EXPLOITATION D'INSTALLATIONS SPÉCIFIQUES

CONTEXTE : Dans une installation nucléaire, la maîtrise de l'exposition aux rayonnements est une fonction importante pour la sûreté et s'appuie sur l'exploitation de moyens de surveillance radiologique. Dans ce cadre, la surveillance du risque d'accident de criticité est assurée par un système dédié : la chaîne EDAC (Ensemble de Détection et d'Alarme de Criticité).

La chaîne EDAC d'une des installations nucléaires du CEA Valduc doit évoluer afin de tenir compte de l'évolution des activités menées au sein de l'installation et pour pérenniser cette surveillance.

Le stagiaire intégrera l'unité de maintenance de l'installation chargée du maintien en condition opérationnelle et sûre de l'installation nucléaire.

OBJECTIFS : L'objectif du stage est d'étudier la faisabilité et les modalités de remplacement de la chaîne EDAC d'une installation nucléaire du CEA Valduc.

Le(la) stagiaire devra notamment :

- Rassembler l'ensemble des données d'entrée du projet (état des lieux actuel, étude d'un nouveau système mis en place dans un autre bâtiment, types d'équipements utilisés, fonctionnement, ...)
- Prendre contact avec les référents CEA des chaînes EDAC.
- Echanger avec les industriels.
- Rédiger les dossiers d'étude et de consultation.
- Animer des réunions de présentation du projet.

Objectifs secondaires du stage :

- Suivre des travaux en cours de réalisation dans l'installation.
- Appréhender le fonctionnement des différents équipements nécessaires au bon fonctionnement d'une installation nucléaire.
- Participer au suivi contractuel des contrats de maintenance.
- Piloter des opérations de maintenance.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/Valduc
21120 Is-sur-Tille, Bourgogne-Franche-Comté
E-mail : stage.valduc@cea.fr
Tél : 03-80-23-40-00

CONTACT

DEUTCH Félix
E-mail : felix.deutch@cea.fr
ARSEGUEL Aurélien
E-mail : aurelien.arseguel@cea.fr

CONTEXTE : Le CEA Valduc mène des chantiers de démantèlement d'installations nucléaires. Intégré au sein d'une unité spécialisée dans ce domaine, l'étudiant sera chargé de synthétiser le retour d'expériences (REX) de ces activités ainsi que de développer une solution innovante de diagnostic de décontamination. L'étudiant(e) capitalisera et analysera le REX des chantiers de démantèlement effectués ces dernières années. L'objectif est de mettre en exergue les bonnes pratiques et les points de vigilance au travers d'une note de synthèse. Ces bonnes pratiques seront ajoutées au titre du REX au cycle de formation des opérateurs. Puis, l'étudiant(e) étudiera et testera des applications de la mesure par autoradiographie pour le démantèlement d'installation nucléaire. L'objectif est de s'approprier cette technique et de mettre en service un poste de mesure. Enfin, il proposera des utilisations opérationnelles de l'autoradiographie appliquées aux chantiers d'assainissement et de démantèlement.

OBJECTIFS : Capitalisation et analyse du REX des chantiers de démantèlement : rédaction d'une note de synthèse du REX et participation aux sessions de formation des opérateurs.

Mesure par autoradiographie : effectuer une étude bibliographique sur la technique, mettre en service le poste de mesure, le tester et le décliner pour les diagnostics de chantiers d'assainissement et de démantèlement.

DUREE : Césure ou 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

Exploitation d'installations
spécifiques

CENTRE

CONTACT

CEA/Valduc
21120 Is-sur-Tille, Bourgogne-Franche-Comté
E-mail : stage.valduc@cea.fr
Tél : 03-80-23-40-00

MARQUES Quentin
E-mail : quentin.marques@cea.fr

INSTRUMENTATION, MÉTROLOGIE ET CONTRÔLE

CONTEXTE : Lors de la réalisation de ses expériences de détonique, le CEA DAM met en œuvre des mesures de vitesse par vélocimétrie hétérodyne. Cette technologie utilise le principe d'interférence laser entre le signal réfléchi par une cible et un signal de référence afin de mesurer des vitesses de plusieurs km/s. Au fur et à mesure du développement de ce moyen de métrologie, plusieurs baies de mesures répondant à différents besoins (compacité, nb de mesures...) ont été développées. Aujourd'hui, de nouveaux besoins émergent en termes de qualité des signaux et tous les modèles et générations de baies ne sont pas adaptés pour y répondre. La DAM a donc besoin de caractériser et comparer en détail les différents moyens à sa disposition afin d'en optimiser l'utilisation et d'envisager les évolutions futures du diagnostic.

OBJECTIFS : L'objectif du stage est donc la comparaison des résultats issus de chacun des types de baies existants face à des phénomènes physiques statiques et dynamiques. L'objectif final est de permettre à la DAM d'optimiser l'utilisation des moyens à sa disposition et d'envisager les évolutions futures du diagnostic. Pour cela, le(a) stagiaire aura à sa disposition les baies à étudier et tout l'équipement pour les mettre en œuvre sur différents moyens expérimentaux (tube à choc, turbine, ...). Après avoir proposé un protocole et un programme expérimental, il(elle) effectuera les mesures puis les exploitera à l'aide des logiciels de dépouillement du CEA. Il(elle) devra ensuite interpréter ces résultats et caractériser les différences entre toutes les baies en termes de qualité du signal (bruit, puissance, réflexions, ...). Enfin, il(elle) pourra proposer des critères d'utilisation et des pistes d'amélioration en fonction de ses conclusions.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CONTACT

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

BALLANGER Félix
E-mail : felix.ballanger@cea.fr

CONTEXTE : L'installation ELSA (Electrons, Lasers, Source X et Applications) du CEA DAM est principalement constituée d'un accélérateur d'électrons de 30 MeV. La génération des électrons se fait par une photo-cathode illuminée par un laser. La fabrication de ces photo-cathodes se fait par dépôt de couches minces sur un substrat dans une enceinte sous ultra-vide. Le dépôt est réalisé en évaporant les matériaux dans l'enceinte. L'optimisation du rendement des photo-cathodes dépend de nombreux paramètres, comme la température de chauffage des matériaux et la pression dans l'enceinte.

OBJECTIFS : L'objectif de ce stage est d'améliorer le système de contrôle-commande de façon à optimiser le rendement des photo-cathodes. Le(a) stagiaire devra interfacer un nouvel équipement au système et travailler sur l'algorithme d'asservissement des alimentations de chauffage. Les méthodes d'intelligence artificielle pourront être explorées. Des connaissances en Labview et contrôle-commande de systèmes sont un avantage mais ne sont pas indispensables.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

CHAUCHAT Anne-Sophie
E-mail : anne-sophie.chauchat@cea.fr
LE FLANCHEC Vincent
E-mail : vincent.le-flanhec@cea.fr

CONTEXTE : La détection et la caractérisation des matières fissiles représentent un enjeu transverse en instrumentation nucléaire, sous-tendant aussi bien le déclassement des installations nucléaires et les études de criticité que la lutte contre les menaces nucléaires et radiologiques. Dans ce dernier contexte, le laboratoire d'accueil a à sa charge le déploiement sur le terrain d'un diagnostic de corrélation neutronique fondé sur le calcul des moments de la distribution de comptages, moments fournis par le déclenchement cyclique de portes d'intégration temporelle. L'équipe est, par surcroît, responsable de l'interprétation au fil de l'eau des résultats de ce diagnostic, en termes notamment de valeurs à convergence et d'incertitudes, laquelle interprétation conditionne la séquence d'actions ultérieures des primo-intervenants.

OBJECTIFS : La modélisation des données de corrélation neutronique se fonde sur un jeu d'hypothèses fortes, dont l'environnement de diffusion des neutrons aussi bien que la méthode de génération des portes temporelles sont susceptibles d'affaiblir la pertinence. Dans le cadre d'un étalonnage classique du modèle d'ajustement, l'inadéquation entre données et prédictions est le plus souvent résorbée par un élargissement ex post de l'incertitude de mesure. L'introduction d'une erreur de modélisation, dont la forme est définie a priori au regard de la divergence entre les observations et les prédictions du modèle, ainsi que l'étalonnage bayésien dudit modèle qu'une telle erreur autorise, permet au contraire d'assigner un intervalle de confiance aux valeurs réelles évaluées sur la grille d'interpolation sans correction ad hoc de la matrice de covariance des données. Or l'estimation de l'erreur de modèle associée à l'ajustement des distributions de comptages neutroniques est susceptible de mettre en évidence la portion desdites distributions dont l'interpolation est la plus fiable, aussi bien que de fournir des informations critiques sur l'environnement de diffusion des neutrons de fission. Ce sont ces potentiels bénéfiques que le stage vise à évaluer, à partir de distributions générées par simulation ou acquises au moyen de l'outil de mesure déployable in-situ.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Instrumentation, métrologie et
contrôle

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

DUMAZERT Jonathan
E-mail : jonathan.dumazert@cea.fr
LAURENT Benoit
E-mail : benoit.laurent@cea.fr

CONTEXTE : L'unité d'accueil possède un accélérateur électrostatique de 4 MV permettant de produire des faisceaux de protons, deutons et hélium. Ce dernier est doté d'une courroie isolante qui permet de collecter les charges au niveau de l'électrode terminal pour atteindre le potentiel souhaité et ainsi accélérer les ions générés par la source d'ions. Cette courroie est actuellement en obsolescence faute de fournisseur adapté au process. C'est pourquoi, une courroie du commerce, répondant aux critères du laboratoire a été approvisionnée pour tester le transport des charges. Il existe plusieurs systèmes de dépôt et de collecte des charges. Il faudra donc tous les tester sur un banc de test dédié afin de déterminer la solution la plus optimale.

OBJECTIFS : L'objectif du stage est d'étudier le rendement de transport des charges sur un nouveau type de courroie en testant différents dispositifs de dépôt et de collecte de charges sur un banc d'essai existant déjà. Ces essais permettront de choisir le meilleur dispositif pour l'intégrer sur l'accélérateur lui-même.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

Instrumentation, métrologie et
contrôle

CENTRE

CONTACT

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

MARTINEZ Sergio
E-mail : sergio.martinez@cea.fr

CONTEXTE : Les performances de la chaîne radiographique d'une expérience hydrodynamique utilisant la radiographie éclair sont dépendantes de l'objet à radiographier, du grandissement, de la source mais également du détecteur. L'énergie maximum des photons X produits par les sources utilisées est comprise entre plusieurs centaines de keV et quelques MeV. Les détecteurs mis en œuvre dans les conditions expérimentales doivent être adaptés à l'énergie du rayonnement afin d'offrir la meilleure qualité d'image. Deux technologies de détecteurs sont utilisées dans le contexte des expériences hydrodynamiques réalisées, une s'appuyant sur le concept de gamma caméra (scintillateur et chaîne optique), et l'autre basée sur l'empilement d'Écrans Radio Luminescent à Mémoire (ERLM) relus à l'aide d'un scanner après l'expérience.

OBJECTIFS : De nouvelles contraintes de mise en œuvre et de nouveaux scanners impliquent d'optimiser l'empilement des écrans ERLM (en nombre d'écrans, en composition, en processus de relecture...). Cette optimisation de l'empilement des écrans ERLM s'appuiera sur l'utilisation d'un code de simulation (méthode de type Monte-Carlo) et d'un travail d'analyse d'images réalisées lors de campagnes de caractérisation. L'objectif est donc de dimensionner un ou plusieurs détecteurs adaptés aux différentes sources X utilisées. Des créneaux expérimentaux permettront de valider la ou les configurations retenues et de quantifier la performance de ces nouveaux détecteurs.

DUREE : 5-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

WANSEK Marine
E-mail : marine.wansek@cea.fr

CONTEXTE : L'unité d'accueil réalise des essais abusifs sur batteries lithium-ion destinées principalement à l'industrie automobile, maritime ou à l'aérospatiale dans le cadre de contrats industriels ou de projets européens. Ces essais consistent à exercer des agressions électriques, thermiques ou mécaniques pour tester le comportement et quantifier la réactivité des batteries. Ces études contribuent à l'amélioration de la sécurité des batteries lithium-ion, technologie privilégiée comme solution de mobilité pour réduire les émissions de CO2.

OBJECTIFS : Le(la) candidat(e), intégré(e) au sein l'équipe, sera, dans une première étape, formé(e) aux essais abusifs. Il(elle) participera au montage, à la réalisation et aux dépouillements des acquisitions d'essais complexes avec pour objectif de travailler en quasi-autonomie à la fin de son stage. Il(elle) sera mis(e) à contribution pour améliorer les moyens de caractérisations d'imageries (HD, rapide, infra-rouge) ou physico-chimiques dans le cadre de travaux de R&D.

DUREE : 2-3 mois

Instrumentation, métrologie et
contrôle

CENTRE

CONTACT

CEA/Le Ripault
BP 16 – 37260 Monts, Centre-Val de Loire
E-mail : stage.ripault@cea.fr
Tél : 02-47-34-40-00

DUBOURG Sébastien
E-mail : sebastien.dubourg@cea.fr

CONTEXTE : Les procédés de projection thermique et pneumatique permettent de réaliser des revêtements sur des pièces afin de par exemple améliorer leur résistance mécanique, améliorer l'isolation thermique, ... L'épaisseur déposée est un paramètre primordial pour assurer le bon déroulement du processus de dépôt. Le contrôle de cette épaisseur peut se faire par des contrôles dimensionnels de profil avant et après le dépôt. Toutefois, l'unité d'accueil a acquis un nouvel appareil de mesure d'épaisseur par échauffement laser, compatible d'une utilisation in situ.

OBJECTIFS : Dans le cadre du stage, l'objectif sera de prendre en main le nouvel appareil de mesure puis de tester les différents dépôts sur l'appareil afin d'en déterminer les capacités et les limites. Enfin il sera évalué l'intégration du capteur dans les machines de projection plasma et pneumatique.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

Instrumentation, métrologie et
contrôle

CENTRE

CEA/Le Ripault
BP 16 – 37260 Monts, Centre-Val de Loire
E-mail : stage.ripault@cea.fr
Tél : 02-47-34-40-00

CONTACT

PHILIPPE Olivier
E-mail : olivier.philippe@cea.fr
BERNARD Benjamin
E-mail : benjamin.bernard@cea.fr

CONTEXTE : Le procédé de projection plasma est basé sur l'injection, l'accélération et la fusion de particules au sein d'un jet plasma caractérisé par des températures de l'ordre de 10 000 K en sortie de torche. L'empilement successif des particules fondues sur un substrat permet la formation d'un revêtement. Les propriétés du revêtement dépendent de la température et de la vitesse des particules au moment de leur impact sur le substrat. Des moyens commerciaux sont disponibles pour accéder à ces deux propriétés. Le stage consistera à effectuer des mesures de vitesses et températures de particules au sein d'un jet plasma. Il s'agira par ailleurs d'évaluer l'utilisation de ce type de moyen pour le suivi qualité lors de la réalisation de revêtements.

OBJECTIFS : Les objectifs du stage sont les suivants :

- "- Prise en main des moyens de mesure (DPV 2000, Accuraspray) et de la machine de projection plasma,
- "- Acquisition des valeurs de vitesses et températures pour des particules céramiques,
- "- Etablissement de cartographies de vitesses et températures,
- "- Evaluation de l'utilisation du moyen de mesure comme outil de suivi qualité pour la production de revêtements.

DUREE : 4-6 mois

CENTRE

CEA/Le Ripault
BP 16 – 37260 Monts, Centre-Val de Loire
E-mail : stage.ripault@cea.fr
Tél : 02-47-34-40-00

CONTACT

QUET Aurélie
E-mail : aurélie.quet@cea.fr



CONTEXTE : Dans le cadre du renforcement des capacités en caractérisations de matériaux assurant la garantie de nos programmes, le développement de méthodes et de moyens de caractérisation innovants et performants est nécessaire.

Dans cet objectif, nous proposons un stage pour mettre en place ces méthodes et ces moyens dans un pôle de caractérisations électromagnétique et optique.

OBJECTIFS : Différents axes de travail sont identifiés pour mener à bien la mission: :

- Comprendre le fonctionnement physique des moyens de caractérisation
- Réaliser des mesures
- Valider, comparer et développer les moyens
- Déterminer les incertitudes de mesures
- Rédiger les modes opératoires associés

Nous recherchons un(e) candidat(e) curieux(se) et autonome afin de nous aider à améliorer les moyens de caractérisations existants et de proposer de nouvelles solutions.

DUREE : 6 mois

Instrumentation, métrologie et
contrôle

CENTRE

CEA/Le Ripault
BP 16 – 37260 Monts, Centre-Val de Loire
E-mail : stage.ripault@cea.fr
Tél : 02-47-34-40-00

CONTACT

RICHARD Théo
E-mail : theo.richard@cea.fr
PAGERIE Vincent
E-mail : vincent.pagerie@cea.fr

CONTEXTE : Au sein d'un laboratoire de caractérisations de matériaux, le besoin d'évaluer les incertitudes de mesures pour chaque technique est nécessaire. En effet, lorsque l'on rend compte de l'estimation d'une grandeur physique, une indication quantitative sur la qualité du résultat de mesure permet à ceux qui l'utiliseront d'estimer sa fiabilité.

OBJECTIFS : Au sein du pôle thermique du laboratoire de caractérisation, les objectifs sont les suivants :

- Recenser et pratiquer les différentes méthodes/moyens de caractérisation
- Identifier les types de matériaux caractérisés
- Etudier les différentes méthodes de détermination des incertitudes (expérimentale, numérique, statistique)
- Déterminer, de manière structurée, les incertitudes associées aux moyens
- Proposer des améliorations pour réduire le niveau d'incertitude

DUREE : 2-3 mois

CENTRE

CEA/Le Ripault
BP 16 – 37260 Monts, Centre-Val de Loire
E-mail : stage.ripault@cea.fr
Tél : 02-47-34-40-00

CONTACT

SEAUX Mikaël
E-mail : mikael.seaux@cea.fr
PAGERIE Vincent
E-mail : vincent.pagerie@cea.fr

CONTEXTE : Le laboratoire d'accueil réalise, au profit des installations du centre de Valduc, la caractérisation radiologique des colis et matériaux mis en œuvre dans le cadre des projets. De nouveaux moyens de mesures ont été développés dans le cadre de la réalisation d'un projet d'ampleur du CEA DAM. Des postes de mesures par spectrométrie gamma permettent de quantifier des matières nucléaires d'intérêt. L'automatisation du processus amène à une grande quantité de mouvements de matière et potentiellement à des perturbations sur les mesures. Afin de favoriser les mouvements du procédé, i.e. les flux, une étude par simulation de l'isolement radiologique de détecteurs par spectrométrie gamma doit être menée afin de garantir l'absence d'influence desdits mouvements sur les mesures entreprises. Le code de simulation de transport de particules utilisé est MCNP6.2.

OBJECTIFS : Nous proposons au travers de cette étude de participer à la mise en oeuvre active d'un projet important du centre de Valduc. Le travail se découpe en plusieurs phases :

- Prise en main du stage, apport théorique des connaissances et état de l'art ;
- Visite de l'installation et appropriation des caractéristiques physiques des systèmes ;
- Définition de la problématique et modélisation de scènes de mesures via MCNP 6.2 ;
- Etude et analyse critique des résultats ;
- Rédaction du mémoire de stage.

DUREE : 5-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/Valduc
21120 Is-sur-Tille, Bourgogne-Franche-Comté
E-mail : stage.valduc@cea.fr
Tél : 03-80-23-40-00

CONTACT

CLEMENT Aloïs
E-mail : alois.clement@cea.fr
COLAS Sébastien
E-mail : sebastien.colas@cea.fr

CONTEXTE : L'unité d'accueil spécialisée en analyses chimiques met en oeuvre la technique de chromatographie ionique pour le dosage des anions contenus dans des échantillons tels que des effluents. Des demandes d'expertises sont régulièrement adressées au laboratoire pour doser les anions en matrice concentrée en acide. Le système actuellement utilisé en routine n'est pas adapté à ce type de matrice et ne permet pas de répondre à la demande client. Aussi, ce stage a pour objectif de développer une nouvelle méthode de dosage des anions au moyen d'un système chromatographique adapté à la recherche d'anions en milieu acide concentré.

OBJECTIFS : Le/La stagiaire se formera dans un premier temps aux méthodes analytiques utilisées en routine pour le dosage des anions contenus dans des échantillons liquides tels que des effluents. Pour cela, il/elle travaillera en compagnonnage avec les techniciens qui exploitent le système de chromatographie ionique de façon à acquérir les connaissances techniques nécessaires et être force de proposition pour la conduite de tests dédiés au développement et à l'optimisation de méthodes de dosages par chromatographie. Une fois le socle de compétences acquis et les bonnes pratiques d'utilisation de l'instrument assimilées, le/la stagiaire réalisera les opérations suivantes afin de développer une nouvelle méthode de dosage des anions en matrice acide nitrique concentrée :

- Recherche bibliographique sur le type de colonne, d'éluant(s), les paramètres de détection et les conditions opératoires les plus adaptés pour répondre au besoin analytique,
- Evaluation des performances analytiques de la nouvelle ligne chromatographique dédiée (distributeur d'éluant sous gaz neutre, pompe, vanne, pré-colonne, colonne, détecteur conductimétrique) en exploitant la fonction de dilution en ligne du passeur automatique,
- Etude de l'impact de la concentration du milieu acide sur la réponse de l'instrument pour les anions ciblés en réalisant différents étalonnages,
- Création de méthodes et traitement des données au moyen du logiciel Chromeleon ;
- Rédaction d'un mode opératoire pertinent utilisable par le laboratoire pour la réalisation des expertises client.

DUREE : 2-3 mois

CENTRE

CEA/Valduc
21120 Is-sur-Tille, Bourgogne-Franche-Comté
E-mail : stage.valduc@cea.fr
Tél : 03-80-23-40-00

CONTACT

CORNEILLAT MARION
E-mail : marion.corneillat@cea.fr
LEGAY Guillaume
E-mail : guillaume.legay@cea.fr

CONTEXTE : La détermination expérimentale des diagrammes de phase et des équations d'état des matériaux est très importante pour tester et faire évoluer les modèles physiques utilisés pour simuler leur comportement dans des conditions extrêmes de pression et de température.

Les cellules à enclumes de diamant (CED), de petites presses permettant de générer des pressions pouvant atteindre plusieurs millions de bars, sont particulièrement adaptées pour réaliser de telles expériences. Un élément résistif peut leur être associé afin de chauffer des échantillons microscopiques à des températures pouvant atteindre plus de 1000 K et ensuite les caractériser in situ par différentes techniques d'analyse comme la diffraction des rayons X (DRX) auprès d'un Grand Instrument : le synchrotron.

OBJECTIFS : Ce stage permettra au(à la) candidat(e), entouré(e) par des techniciens et des ingénieurs de deux laboratoires du CEA (à Valduc et à Bruyères le Châtel), de s'approprier des techniques expérimentales à la pointe de la technologie pour explorer le comportement de matériaux soumis à des conditions extrêmes de pression et de température : la CED et les techniques d'analyses associées (mesures optiques, diffraction des rayons X...).

Le(La) stagiaire participera à l'amélioration des performances et à la qualification de CED chauffantes au travers d'expériences sur des métaux comme de l'étain réalisées en laboratoire mais aussi, en fonction du temps disponible, auprès d'une source synchrotron. En fonction de votre profil, le déroulement de ces expériences pourra être optimisé en développant de nouvelles interfaces de pilotage de l'instrumentation : contrôle des conditions de pression et de température, acquisition de différents paramètres expérimentaux, automatisation du traitement des données...

N'hésitez pas à nous contacter pour en savoir plus et sachez que nous saurons adapter vos missions en fonction de votre profil et de vos attentes.

DUREE : 5-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/Valduc
21120 Is-sur-Tille, Bourgogne-Franche-Comté
E-mail : stage.valduc@cea.fr
Tél : 03-80-23-40-00

CONTACT

FAURE PHILIPPE
E-mail : philippe.faure@cea.fr
OUDOT Benoit
E-mail : benoit.oudot@cea.fr

CONTEXTE : L'unité d'accueil est chargée de réaliser des assemblages de précision sur différents matériaux métalliques par soudage laser. Les faisceaux, qui sont transportés par fibres, présentent différentes répartitions de densités de puissance en sortie de tête de soudage (mise en forme du faisceau). Or, cette répartition d'énergie conditionne directement les caractéristiques géométriques des soudures, notamment la pénétration et le creux de soudage, qui font l'objet de spécifications dimensionnelles.

L'objectif du stage sera de mettre en place un banc optique permettant de caractériser la répartition énergétique en sortie de tête laser pour les différents moyens de soudage disponibles au laboratoire, et pour différentes positions relatives entre la pièce et la tête de soudage. Pour ce faire, le(la) stagiaire s'appuiera sur des moyens de caractérisation à mettre en place au sein du laboratoire.

OBJECTIFS : L'objectif du stage est de mettre en place un banc optique permettant de caractériser la répartition énergétique en sortie de tête laser pour les différents moyens de soudage.

Le travail consistera à mettre en place le système d'acquisition sur les différents postes de soudage. Pour chaque moyen, le(la) stagiaire rédigera un document synthétisant les cartographies de puissance pour différentes positions relatives entre la pièce et la tête de soudage. La courbe indiquant la largeur du waist (diamètre de la tâche de dépôt d'énergie) en fonction de l'éloignement à la tête de soudage devra également être caractérisée. Le travail pourra éventuellement être approfondi en corrélant les répartitions énergétiques aux formes de zones fondues caractérisées par analyses métallographiques.

Les compétences visées sont :

- La connaissance des systèmes d'analyse de faisceaux,
- La mise en place de moyens de mesure physique,
- La rédaction d'un rapport de synthèse.

DUREE : 2-3 mois

CENTRE

CEA/Valduc
21120 Is-sur-Tille, Bourgogne-Franche-Comté
E-mail : stage.valduc@cea.fr
Tél : 03-80-23-40-00

CONTACT

TOUVREY Charline
E-mail : charline.touvrey@cea.fr
CHICANNE Cédric
E-mail : cedric.chicanne@cea.fr

MANAGEMENT ET PROJET

CONTEXTE : L'unité d'accueil conçoit, réalise et met en œuvre les installations nucléaires projetées. Dans le cadre de la réalisation d'une installation nucléaire neuve, un REX important issu de différentes installations analogues en service en France a été collecté, compilé et confronté au projet en cours. Un Guide de Conception et Réalisation en version initiale est en cours d'élaboration devant servir en version finale de Guide de Référence CEA.

Ce stage répond au besoin de poursuivre l'écriture du Guide selon les derniers éléments collectés et l'état actuel de réalisation du projet. Le besoin est d'obtenir une première version publiable de ce Guide de Conception et Réalisation afin d'avoir un premier référencement applicable aux projets CEA.

OBJECTIFS : L'objectif du stage est de compiler, trier, hiérarchiser, ordonner l'ensemble des informations disponibles quelles que soient leurs provenances (interne CEA ou externe) afin de compléter la synthèse pour la durée du projet et de poursuivre la rédaction du document Guide. Plus particulièrement, le périmètre de travaux concernera l'intégration dans le Génie Civil des structures, traversées, et équipements mécaniques propres aux procédés nucléaires de cette installation. Ce travail doit aboutir à un premier document de qualité référençable dans la Base Technique et Documentaire du CEA. En complément, un document et une présentation de communication interne à destination des parties prenantes concernées seront produits.

Durant le stage, le(a) candidat(e) sera amené(e) à :

- S'approprier le sujet et comprendre la conception de l'installation concernée (visite in situ)
- Aller à la rencontre des différents acteurs du projet, sur les différents sites CEA et collecter les données techniques applicables au Guide
- Collecter les données issues des travaux de conception actuellement en cours
- Compléter le répertoire REX et le document guide de celui-ci
- Collecter les données à jour de l'exécution du projet
- Collecter les données issues des maquetages faits sur ce projet
- Dédire et proposer des règles de bonne pratique pour la conception et réalisation d'installations analogues
- Dédire et proposer des règles simples de dimensionnement pour des installations analogues
- Compléter le document de synthèse ainsi qu'un utilitaire de recherche suivant des mots clés
- Faire une présentation à destination des parties prenantes internes résumant le Guide de Conception et Réalisation

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CONTACT

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

DE SAMBUCY Jean
E-mail : jean.desambucy@cea.fr
DALSTEIN Eric
E-mail : eric.dalstein@cea.fr

CONTEXTE : L'unité d'accueil est en charge de la conception et de la réalisation d'installations nucléaires, de grande envergure et à la pointe de la technologie. Le poste à pourvoir se situe au cœur de cette unité pour des projets de conception d'installations nucléaires à forts enjeux.

Le bureau d'études participe à la conception des nouvelles installations et aux calculs sismiques des équipements. Pour mener à bien ses missions, le bureau pilote durant les différentes phases de conception : la synthèse, interne ou externe, réalisée par méthode BIM ainsi que les calculs de prédimensionnement sous sollicitations sismiques des futurs procédés ou équipements techniques.

OBJECTIFS : Dans un premier temps, il s'agira de se réappropriier le corpus documentaire en vigueur sur la méthodologie BIM de l'unité d'accueil.

Dans un second temps, basé sur les projets passés ou en cours réalisés au CEA DAM et avec l'aide des chargés d'affaires, exploitants et correspondants techniques, il sera demandé de réaliser un REX sur les pratiques du BIM, ses attendus et ses limites.

Finalement, en s'appuyant sur le travail réalisé au cours des deux précédentes phases, l'objectif principal du stage sera de mettre à jour et compléter la base documentaire de référence BIM du bureau d'études (convention, méthodologie, base de données, ...).

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CONTACT

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

GOURTAY Louis
E-mail : louis.gourtay@cea.fr
EVRARD Pierre
E-mail : pierre.evrard@cea.fr

CONTEXTE : L'unité d'accueil a pour mission l'assistance à maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre d'ingénierie pour réalisation de projets de construction d'installations nucléaires et d'infrastructures sur tous les centres du CEA Direction des Applications Militaires. Il est ainsi doté d'une unité d'ingénierie regroupant toutes les compétences techniques des métiers du bâtiment. Dans le cadre de ce stage, nous vous offrons la possibilité d'intégrer l'équipe d'ingénieurs dans le domaine des courants faibles (électricité) afin de participer au suivi de réalisation d'un projet de conception d'installation nucléaire en tant que maître d'œuvre sur le site CEA de VALDUC. Ce travail réalisé au sein d'une équipe d'ingénieurs spécialisée et un projet en phase de réalisation, vous permettra d'acquérir une bonne compréhension du métier d'ingénieur courants faibles ainsi qu'une formation appliquée dans le suivi de réalisation en maîtrise d'œuvre.

OBJECTIFS : Intégré(e) à une équipe projet pluridisciplinaire et tutoré(e) par un collaborateur spécialisé dans le domaine des courants faibles (électricité), vous participerez :

- au suivi de réalisation d'un projet sur le Centre du CEA VALDUC,
- aux réunions techniques, aux réunions de suivi de chantier et aux réunions d'interface,
- à la relecture et à l'écriture de notes techniques sur diverses problématiques du domaine.

Vous serez également amené à prendre en main un sujet spécifique en fonction de l'avancée du projet. Dans ce cadre, il vous sera demandé de vous approprier ce sujet technique et d'y apporter une solution en vous appuyant sur la littérature scientifique, les guides de conception du nucléaire, d'éventuels calculs et votre bon sens de futur(e) ingénieur(e).

La mission sera décomposée en trois points majeurs :

1. Comprendre les enjeux d'un projet complexe et pluridisciplinaire dans un contexte nucléaire,
2. Participer au suivi d'avancement de projet,
3. Etudier une problématique technique en lien avec le phasage chantier.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
21120 Is-sur-Tille, Bourgogne-Franche-Comté
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

MILLERON Franck
E-mail : franck.milleron@cea.fr
LE BLOAS Cyril
E-mail : cyril.le-bloas@cea.fr

MATÉRIAUX, PHYSIQUE DU SOLIDE

CONTEXTE : Un sujet d'étude du CESTA concerne l'endommagement mécanique des matériaux céramiques induit par des impacts de micro-débris ou lors d'irradiations laser. L'énergie déposée à la surface du matériau génère une onde de choc hydrodynamique pouvant engendrer des niveaux de contraintes mécaniques supérieurs au seuil de rupture du matériau. Expérimentalement, les ondes sont caractérisées par le déplacement de la face arrière du matériau qu'elles induisent. Sans un régime de sollicitation modérée, des résultats montrent de fortes fluctuations de ce déplacement. Des premières simulations hydrodynamiques ne parviennent pas à rendre compte de ces observations. Cela suggère une influence significative du caractère hétérogène des matériaux étudiés sur la propagation des ondes. La porosité des matériaux (distribution aléatoire de zones de vide, pores) peut en effet induire une diffusion multiple des ondes, et largement perturber la trajectoire rectiligne caractéristique des matériaux homogènes.

OBJECTIFS : L'objectif du stage est de mettre en œuvre un dispositif expérimental à l'I2M permettant l'étude en laboratoire de la propagation dans des matériaux céramiques poreux d'ondes élastiques engendrées et détectées par lasers. Des impulsions laser d'une durée de quelques nanosecondes seront focalisées en face avant de l'échantillon. Par conversion thermo-élastique ou par ablation, des ondes élastiques de polarisation longitudinale et transverse seront engendrées puis diffractées dans le volume du matériau. La détection sera réalisée au moyen d'un interféromètre laser, également disponible à l'I2M, focalisé en face arrière. Cet instrument mesure le déplacement de la surface de l'échantillon dans une gamme fréquentielle s'étendant sur plusieurs dizaines de mégaHertz, accordée à la durée nanoseconde des impulsions utilisées pour la génération. Une platine en translation pourra être employée pour déplacer l'échantillon inhomogène par rapport aux lasers restant fixes. La platine pourra également, en utilisant un jeu de miroirs, déplacer le point de la génération en face avant par rapport au point de détection fixe en face arrière, et ainsi cartographier le champ rayonné dans le volume de l'échantillon.

La(le) stagiaire commencera par se familiariser avec les principes physiques de base mis en jeu dans une expérience de laser-ultrasons. Elle(il) assemblera les moyens expérimentaux en regard des objectifs ci-dessus. Elle(il) adaptera les codes de pilotage des instruments et d'acquisition. Au moyen d'outils de traitement des signaux et d'analyse statistique elle(il) analysera l'impact de la porosité des céramiques sur les résultats expérimentaux et confrontera ceux-ci aux résultats issus de simulations réalisées par ailleurs.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Cesta
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

CONTACT

DUCHATEAU Guillaume
E-mail : guillaume.duchateau@cea.fr

CONTEXTE : Un sujet d'étude du CESTA concerne l'endommagement mécanique des matériaux céramiques induit par des impacts de micro-débris ou lors d'irradiations laser. L'énergie déposée à la surface du matériau génère une onde de choc hydrodynamique pouvant engendrer des niveaux de contraintes mécaniques supérieurs au seuil de rupture du matériau. Expérimentalement, les ondes sont caractérisées par le déplacement de la face arrière du matériau qu'elles induisent. Sans un régime de sollicitation modérée, des résultats montrent de fortes fluctuations de ce déplacement. Des premières simulations hydrodynamiques ne parviennent pas à rendre compte de ces observations. Cela suggère une influence significative du caractère hétérogène des matériaux étudiés sur la propagation des ondes. La porosité des matériaux (distribution aléatoire de zones de vide, pores) peut en effet induire une diffusion multiple des ondes, et largement perturber la trajectoire rectiligne caractéristique des matériaux homogènes.

OBJECTIFS : L'objectif du stage est de développer un modèle de propagation d'une onde dans un matériau hétérogène, d'effectuer les simulations associées, et de comparer les résultats à des mesures expérimentales. L'amplitude des ondes étant modérée, on se placera dans l'approximation acoustique où la dynamique est régie par une équation d'onde standard. Sa résolution étant plus simple que celle des équations d'Euler de l'hydrodynamique, cette approche permettra d'inclure de façon explicite des pores dans le matériau, on parle alors d'approche mésoscopique. Le(La) stagiaire développera ce code de propagation sur la base d'outils d'ores et déjà disponibles au laboratoire. Une attention particulière sera portée au terme source qui devra être localisé dans l'espace et dans le temps, afin de rendre compte d'un dépôt d'énergie laser. Le code sera ensuite validé en comparant ses prédictions à des solutions de référence, notamment la diffusion d'une onde acoustique sur un centre. Ensuite le(la) stagiaire effectuera des simulations de propagation afin d'étudier les fluctuations d'amplitude de l'onde en face arrière d'un matériau hétérogène. Il(elle) étudiera l'influence de la distribution de porosité (densité, géométrie, et taille des pores), notamment la valeur de la vitesse du son effective correspondant à un matériau homogène. Des analyses statistiques seront effectuées. Une comparaison aux résultats expérimentaux sera enfin réalisée, et permettra de conclure sur la pertinence de cette approche mésoscopique.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Cesta
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

CONTACT

DUCHATEAU Guillaume
E-mail : guillaume.duchateau@cea.fr

CONTEXTE : Le dimensionnement d'empilements est nécessaire pour concevoir des structures résistant aux différentes sollicitations du profil de vie d'un système spatial. Les modes de dégradation d'un tel empilement sont multiples. Leur évaluation est fondamentale et le concepteur doit :

- Identifier les modes de dégradations critiques.
- Identifier les paramètres pertinents pour concevoir un empilement robuste.

Le dimensionnement d'un tel empilement comprend plusieurs étapes : la caractérisation des matériaux, la conception, l'évaluation des vulnérabilités de l'empilement. Durant la conception, il est nécessaire d'effectuer un travail théorique d'aide à la conception. Ce travail consiste en une analyse de type mécanique des solides. Le but est d'optimiser les caractéristiques et l'emplacement des différentes couches de l'empilement. Durant l'évaluation des vulnérabilités, il est nécessaire d'effectuer une comparaison entre modèles théoriques et essais afin d'évaluer les seuils de dégradation

OBJECTIFS : L'objectif du stage proposé est d'étudier le comportement d'un empilement de trois matériaux, connu et déjà caractérisé du type « empilement collé ». Son analyse est relativement simple et constitue un modèle indispensable à la mise au point d'empilements plus complexes. Le stage comprendra les tâches suivantes, à effectuer soit de manière séquentielle, soit en parallèle :

- Etude bibliographique sur la modélisation d'empilements ;
- Analyse d'un empilement collé simple à 3 couches : calculs analytique (mathématique) et numérique (via le code Abaqus) des contraintes intrinsèques ou d'interface et comparaison à des essais de caractérisation d'interfaces collées ;
- Identification des critères d'endommagement pertinents pour un empilement simple à trois couches ;
- Extension des travaux à un empilement complexe : évaluation de l'impact des paramètres géométriques et matériaux des couches additionnelles sur les critères d'endommagement identifiés

DUREE : 5-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/Cesta
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

CONTACT

LE MENTEC Anne-Claire
E-mail : Anne-claire.LEMENTEC@cea.fr
Marielle VARENNE-PELLEGRINI
Marielle.Varenne@cea.fr

CONTEXTE : Sous irradiation, les rayonnements ionisants engendrent une production constante de défauts ponctuels. L'étude et la compréhension des mécanismes élémentaires de diffusion de ces défauts sont primordiales pour comprendre les effets d'irradiations dans les matériaux. Au cours des deux dernières décennies, de nombreux efforts ont été déployés pour déterminer les coefficients de diffusion à l'aide d'approches électroniques/atomistiques. Bien que des calculs de premier principe soient possibles, il est souvent difficile de prédire à partir de ces calculs des grandeurs cinétiques comme la mobilité atomique ou une diffusivité en température. Notre approche a donc consisté à élaborer une méthode, couplant des calculs ab initio avec le logiciel ABINIT (www.abinit.org) et des méthodes de machine learning, pour étudier en température et pour un coût de calcul faible, ces grandeurs cinétiques.

OBJECTIFS : L'objectif du stage sera d'approfondir et de développer ces méthodes pour le calcul d'un coefficient de diffusion.

Le stage débutera par la prise en main des différentes méthodes de calculs : calcul d'énergie de défaut, calcul de chemin de transition et de spectres de phonons.

Puis dans une deuxième partie, l'utilisation et l'amélioration du procédé permettront de déterminer des chemins de transition en température et enfin aboutir à la construction d'un modèle de diffusion.

DUREE : Césure ou 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

BEJAUD Romuald
E-mail : romuald.bejaud@cea.fr

CONTEXTE : Le sujet du stage se place dans le cadre de l'étude de matériaux en conditions extrêmes (hautes pressions) ; il s'agit d'étudier, au moyen de calculs "Premiers Principes" (uniquement basés sur la mécanique quantique), les mécanismes microscopiques d'une transition de phase dite "martensitique" dans un métal. Ce type de transition a comme caractéristique le passage continu d'une phase solide à une autre, sous l'effet de la pression ou de la température. L'apport de la simulation numérique pour ces études est primordial car les domaines étudiés sont très difficilement accessibles par l'expérience. La simulation devrait permettre de faire le lien entre l'approche microscopique et l'approche phénoménologique basée sur la théorie de Landau des transitions de phases.

OBJECTIFS : Une étude de faisabilité a été récemment réalisée. Elle a permis d'obtenir des résultats prometteurs mais la mise en oeuvre de la méthode doit être améliorée car elle nécessite encore des ressources de calcul trop importantes. Le(a) candidat(e) devra mettre en oeuvre des méthodes pour accélérer l'obtention des trajectoires des atomes. Il(elle) devra, pour cela, faire preuve de créativité et de sens physique. Les trajectoires seront calculées à l'aide du logiciel ABINIT (www.abinit.org), un programme open-source développé dans le cadre d'une collaboration internationale, dans laquelle notre laboratoire est l'un des principaux acteurs. Le code ABINIT est parfaitement adapté pour un usage sur les supercalculateurs du CEA auxquels le(a) candidat(e) aura accès durant le stage. Si l'étude le requiert, il sera peut-être utile de développer des outils numériques.

DUREE : Césure ou 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

BEJAUD Romuald
E-mail : romuald.bejaud@cea.fr
TORRENT Marc
E-mail : marc.torrent@cea.fr

CONTEXTE : Les expériences de compression dynamique sur les grandes installations laser sont de plus en plus utilisées pour déterminer les propriétés des solides et des liquides de quelques GPa et centaines de Kelvin jusqu'à plusieurs TPa et milliers de Kelvin. Cependant, les échelles de temps caractéristiques de ces expériences, de l'ordre de la nanoseconde, ont longtemps été un frein au développement des mesures structurelles directes comme la diffraction X. Cette dernière technique s'avère pourtant très intéressante, car elle permet d'accéder directement aux changements de structure atomique dans les solides comprimés sans nécessiter de calculs complexes annexes. En particulier, ce diagnostic permet d'identifier la nature et la densité des phases solides ainsi que l'éventuel passage en phase liquide des matériaux d'intérêt, ou encore d'étudier la cinétique de leurs différentes transitions de phase.

OBJECTIFS : Au cours des dernières années, le développement de sources X sub-nanoseconde sur les grandes installations laser, générées par l'interaction de lasers intenses avec des matériaux solides, a rendu possible le développement d'un tel diagnostic. En particulier, un diagnostic de diffraction X a été mis au point récemment sur l'installation LULI2000. Il offre désormais la possibilité d'étudier avec précision les transitions de phases de matériaux cristallins comprimés à l'aide d'un laser de puissance et soumis à de très hautes pressions, qui relèvent du domaine de la matière dense et tiède.

Lors des premières études, les changements de phase du fer très fortement choqué, matériau d'intérêt géophysique, ont été explorés afin d'acquérir des données importantes quant à la compréhension de la dynamique interne des planètes telluriques. En outre, les diagrammes de phase du bismuth, du nickel et du tantale ont été explorés avec une cinétique inédite offerte par ce type d'installation.

L'objectif de ce stage sera d'analyser ces différentes données expérimentales afin d'encadrer la courbe de fusion du fer, du nickel et du tantale sous choc ainsi que de construire un nouveau diagramme de phases solides du bismuth, qui apparaît très différent des diagrammes de phase connus.

DUREE : 5-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

DENOEUD Adrien
E-mail : adrien.denoed2@cea.fr
BRYGOO Stéphanie
E-mail : stephanie.brygoo@cea.fr

CONTEXTE : La fragmentation d'un anneau métallique en expansion dynamique, qui fait l'objet d'études suivies au CEA/DAM depuis plusieurs années, s'initie au niveau de strictions apparaissant en différents points de la structure. Un dispositif de mise en vitesse par impact de plaque permet d'observer la cinématique du processus et de réaliser des micrographies des fragments récupérés. L'apparition de la localisation s'interprète bien à l'échelle macroscopique comme résultant d'un phénomène d'instabilité plastique qui peut être déclenché par de petites hétérogénéités matérielles. En revanche, l'évolution d'une striction localisée jusqu'à la rupture s'opère à une échelle de quelques grains ou dizaines de grains dans une zone qui est le siège de déformations très importantes ; pour certains matériaux, un endommagement ductile sous forme de microcavités est également observé. C'est pourquoi, la plasticité cristalline est un outil pertinent pour analyser cette phase du processus.

OBJECTIFS : L'objectif du stage est de simuler les phénomènes physiques à l'œuvre dans une striction localisée au moyen d'un code de plasticité cristalline et des modèles de comportement associés. Le(a) candidat(e) définira une géométrie de simulation sous la forme d'un agrégat polycristallin représentatif de l'état de la matière dans la striction en termes de texture, de formes des grains et éventuellement de distribution de microcavités. Il(elle) soumettra cette géométrie à un chargement équivalent à celui qui est vu par la striction localisée. Il(elle) analysera de quelle manière le glissement plastique s'organise dans cette zone (bandes de localisation,...) et comment il peut expliquer l'évolution de ce petit ligament jusqu'à la rupture.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CONTACT

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

DEQUIEDT Jean-Lin
E-mail : jean-lin.dequiedt@cea.fr

CONTEXTE : L'endommagement d'un métal consécutif au passage d'une onde de choc, ou écaillage, est un problème très ouvert pour la modélisation. Il se produit lorsque deux ondes de détente se croisent, provoquant localement une tension importante sur l'échantillon. Cette tension induit l'initiation de pores qui croissent et coalescent, ce qui peut conduire à la fracturation totale de l'échantillon à l'échelle macroscopique. Ce phénomène se produit à un taux de déformation très élevé. L'une des difficultés actuelles est la caractérisation des effets collectifs dus à la croissance simultanée de nombreux pores macroscopiques en interaction avec les défauts de l'échantillon. Des questions se posent sur la statistique des pores générés, leur lien aux défauts microstructuraux et la possible prise en compte dans les modèles de cette diversité.

OBJECTIFS : L'objectif de ce stage est de caractériser le rôle des défauts de microstructure sur la germination de pores. Plusieurs questions se posent sur le seuil de cavitation, le rôle de la compressibilité, l'influence des défauts (lacunes, dislocations, joints de grains) sur cette initiation et la conséquence sur les distributions de tailles de pores générées.

Néanmoins le suivi de phénomènes nanométriques est impossible à atteindre expérimentalement en temps réel. Post-mortem, de nombreux événements se surimposent à la germination, il devient difficile d'en extraire le phénomène d'intérêt. Cette étude est en revanche potentiellement abordable via des simulations travaillant à l'échelle micrométrique.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

DUBOIS Alizée
E-mail : alيزe.dubois@cea.fr
PERLAT Jean-Philippe
E-mail : jean-philippe.perlat@cea.fr

CONTEXTE : L'environnement spatial est constitué de particules énergétiques comme les protons ou les électrons qui produisent dans le matériau des déplacements atomiques responsables de la dégradation des propriétés électriques des composants embarqués. Dans les matériaux constituant ces composants, ces déplacements atomiques peuvent modifier leurs propriétés électroniques en introduisant des niveaux plus ou moins profonds dans leur bande interdite. Malgré le fait que ces phénomènes de déplacement aient été étudiés expérimentalement et par simulation de manière intensive ces dernières années, une compréhension claire des phénomènes physiques à l'origine de la dégradation des composants reste encore floue.

OBJECTIFS : La simulation depuis l'échelle atomique peut alors apporter des éléments de réponse à ce type de question. En effet, elle permet dans un premier temps d'étudier la dynamique du déplacement atomique et de mesurer le rayon d'influence (la trace) de l'ion incident en utilisant la dynamique moléculaire classique. Cette dynamique ainsi que le nombre de défauts générés peuvent alors être comparés à des résultats venant de codes d'interaction nucléaire. L'utilisation de méthodes de type Monte Carlo permet aussi de simuler les changements sur des temps longs des amas de défauts générés durant la cascade. Enfin, les méthodes de type ab initio donnent ensuite accès aux changements dans la structure électronique des matériaux induits par ces défauts. Le(a) stagiaire sera donc amené(e) durant son stage à manipuler les différents codes décrits ci-dessus : code de dynamique moléculaire, code d'interaction particules matière, code ab initio et code Monte Carlo. Les matériaux étudiés pendant le stage seront des semi-conducteurs présents dans les technologies microélectroniques (Si, GaAs, GaN, SiC,...).

DUREE : 5-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

JARRIN Thomas
E-mail : thomas.jarrin@cea.fr
RICHARD Nicolas
E-mail : nicolas.richard@cea.fr

CONTEXTE : Pour décrire la réponse mécanique des métaux, nous nous appuyons sur la physique des dislocations. Les dislocations sont des défauts linéaires des cristaux dont le mouvement produit la déformation plastique. Les modèles actuels tiennent souvent uniquement compte de la densité totale de dislocations. Cela permet d'être assez prédictif quand les sollicitations mécaniques sont lentes. Dans ce cas, les dislocations sont essentiellement immobiles, enchevêtrées dans un réseau de dislocations et la contrainte d'écoulement plastique est fonction des interactions entre dislocations et leur densité. Au contraire, quand les sollicitations sont rapides, une partie de la réponse mécanique provient de la nécessité de décrocher davantage de dislocations de ce réseau et de leur mouvement plus rapide. Le décrochage des dislocations dépend lui aussi des interactions entre dislocations mais il n'y a alors plus de relation simple entre la contrainte et la densité totale de dislocations.

OBJECTIFS : Nous disposons d'un code de simulation de la Dynamique des Dislocations (DD) permettant de simuler à trois dimensions des microstructures de dislocations pour différents matériaux et régimes de sollicitation. Nous avons de ce fait accès au réseau de dislocations et à son évolution en cours de déformation. Le stage proposé consiste à développer et à valider un algorithme d'extraction et de caractérisation fine du réseau de dislocations dans le code de simulation de la DD. On l'utilisera ensuite pour étudier les réseaux de dislocations en fonction du matériau et de la sollicitation mécanique appliquée pour identifier la forme des distributions et les longueurs caractéristiques associées. Nous pourrons enfin tester l'influence de ces distributions de dislocations dans des modèles mécaniques récents qui les utilisent pour décrire l'accrochage et le décrochage des dislocations du réseau pendant leur percolation pour produire la déformation plastique.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

MADEC Ronan
E-mail : ronan.madec@cea.fr
DUBOIS Alizée
E-mail : alizee.dubois@cea.fr

CONTEXTE : Le CEA Gramat effectue un grand nombre d'essais de dynamique rapide avec une instrumentation complexe et variée. Les mesures obtenues lors de ces essais sont confrontées par la suite à des simulations numériques. Afin d'assurer une comparaison satisfaisante entre essai et calcul, il est nécessaire de prendre en compte les incertitudes expérimentales qui entrent en jeu dans la mesure, aussi bien sur la connaissance du terme source que sur les grandeurs mesurées ou leur dépouillement.

OBJECTIFS : L'objectif du stage est ici de prendre en main des outils précédemment développés au CEA permettant de quantifier les incertitudes expérimentales (terme source, capteurs, dépouillement ...). Ces méthodes utilisent actuellement une approche par tirage aléatoire de type Monte-Carlo, et le(la) candidat(e) aura pour but d'évaluer leurs pertinences par rapport à d'autres méthodes (réseau de neurones...) et de développer un outil permettant leur mise en place automatique à partir de données d'essais. Le(la) candidat(e) sera force de proposition pour fournir des nouvelles méthodes. Le langage de programmation préféré sera ici Python.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

PACCOU Thibaut
E-mail : thibaut.paccou@cea.fr

CONTEXTE : Dans une démarche d'amélioration continue de la maîtrise des logiciels de simulation en dynamique rapide, le CEA/Gramat souhaite se doter d'une base de cas de référence permettant de tester et valider la qualité de l'implémentation numérique de modèles physiques.

Cette évaluation sera à effectuer sur deux codes commerciaux multi-physiques LS-DYNA (éditeur ANSYS) et ABAQUS (éditeur Dassault Système), employés dans de nombreux domaines industriels (aéronautique, spatial, automobile, défense...) et avec le logiciel HERA développé au CEA.

OBJECTIFS : Le sujet se décompose en deux étapes majeures, réalisables pour partie en parallèle.

1. Mise en place d'une base de validation en fonction du problème physique et du code : cas de références élémentaires, protocoles et marqueurs de validation.

2. Evaluation et amélioration, le cas échéant, de l'interopérabilité entre les trois différents codes : implantation de modèles physiques et des diagnostics servant aux marqueurs de validation communs.

L'utilisation des trois codes est souhaitée mais peut être adaptée en fonction du souhait du candidat.

Ces travaux s'intègrent dans un projet plus général et la qualité des documentations logiciels est primordiale.

Vous travaillerez en équipe au sein de l'unité du CEA de Gramat qui emploie ces codes et au besoin, en lien avec des équipes basées au CEA Île de France qui ont développé le code HERA.

A l'issue du stage, une documentation des solutions mises en place, une présentation et un rapport de synthèse sont attendus.

Une suite au stage peut être envisagée.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

ROBERT GREGORY
E-mail : gregory.robert@cea.fr
MARGER CLAIRE-MARIE
E-mail : claire-marie.marger@cea.fr

CONTEXTE : L'inférence Bayésienne et la calibration croisée entre les diverses études de caractérisation des matériaux sont complexes et font intervenir des compétences transverses : expérimentation, modélisation physique et numérique, mathématique appliquée.

Dans ce cadre, le CEA/Gramat souhaite mettre en place une chaîne de calcul permettant ce type d'étude tout en étant utilisable par des ingénieurs.

OBJECTIFS : En s'inspirant de l'étude de W.J. Schill et al. (Simultaneous inference of the compressibility and inelastic response of tantalum under extreme loading, J. Appl. Phys. 130, 055901, 2021), le sujet se décompose en plusieurs étapes:

1. Analyse bibliographique.
2. Choix du code de dynamique rapide, construction de la base de calibration et définition des marqueurs de validation.
3. Construction de l'émulateur.

L'utilisation du langage Python est souhaitée. L'utilisation du langage R est possible.

Ces travaux ont pour objectif d'être employés dans le cadre d'études d'ingénierie.

La qualité des codages logiciels et de leurs facilités d'emplois sont primordiaux.

Vous travaillerez en équipe au sein de l'unité d'accueil du CEA de Gramat.

A l'issue du stage, une documentation des solutions mises en place, une présentation et un rapport de synthèse sont attendus.

DUREE : Césure ou 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

ROBERT GREGORY
E-mail : gregory.robert@cea.fr
MARGER CLAIRE-MARIE
E-mail : claire-marie.marger@cea.fr

CONTEXTE : Le CEA Gramat dispose d'une base de validation et de restitution d'expériences globales portant sur les effets des armements conventionnels. Ces résultats de référence ont été obtenus à l'aide du code de simulation en dynamique rapide HERA développé au CEA.

Le CEA/Gramat utilise également deux codes commerciaux : LS-DYNA (éditeur ANSYS) et ABAQUS (éditeur Dassault Système). Ces codes sont également employés dans de nombreux domaines industriels (aéronautique, spatial, automobile, défense...).

L'objectif de ce stage est de mettre en place un protocole de comparaison entre le code du CEA et les codes commerciaux.

OBJECTIFS : Le sujet se décompose en trois étapes majeures, réalisables pour partie en parallèle.

1. Adaptation du protocole de validation développé pour HERA aux codes LS-DYNA et/ou ABAQUS.

2. Implémentation de modèles physiques et des diagnostics servant aux marqueurs de validation.

3. Comparaison et validation des résultats.

L'utilisation des deux codes est considérée mais un de ceux-ci peut être privilégié en fonction du souhait du candidat.

Vous travaillerez au CEA/Gramat au sein d'une équipe qui utilise les trois codes de simulation. Au besoin, vous serez en lien avec des équipes basées au CEA DAM Île de France qui ont développé le code de simulation du CEA.

Ces travaux s'intègrent dans un projet plus général et la qualité des documentations logicielles est primordiale. L'écriture d'une documentation ou mode d'emploi, d'un rapport de synthèse de l'outil développé ainsi qu'une présentation de cet outil aux équipes du CEA/Gramat sont attendus.

Une suite au stage peut être envisagée.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

Matériaux, physique du solide

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

ROBERT Grégory
E-mail : gregory.robert@cea.fr
MARGER Claire-marie
E-mail : claire-marie.marger@cea.fr

CONTEXTE : Dans une démarche d'amélioration continue de la maîtrise des codes de simulation en dynamique rapide, le CEA/Gramat souhaite disposer d'un programme automatisé permettant de confronter les résultats issus de modélisations à une base de validation multi-physiques (issue de divers résultats expérimentaux et/ou numériques).

OBJECTIFS : A partir d'un outil en langage Python permettant d'explorer la base de données des modèles physiques, les travaux porteront sur :

1. la définition, en concertation avec l'équipe, d'un cahier des charges définissant les besoins et les fonctionnalités nécessaires,
2. le développement et automatisation de cet outil numérique,
3. L'écriture d'une documentation ou mode d'emploi et d'un rapport de synthèse de l'outil développé ainsi qu'une présentation de cet outil aux équipes du CEA/Gramat.

Vous travaillerez au CEA/Gramat dans l'équipe qui utilise les codes de simulation et qui emploiera l'outil numérique développé. Au besoin, vous serez en lien avec des équipes basées au CEA DAM Île de France qui ont développé l'outil d'exploration de la base physique.

Ces travaux s'intègrent dans un projet plus général et la qualité des documentations logiciels est primordiale.

Selon le profil et le souhait du candidat, une suite au stage peut être envisagée.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

ROBERT Grégory
E-mail : gregory.robert@cea.fr
MARGER Claire-marie
E-mail : claire-marie.marger@cea.fr

CONTEXTE : Le CEA mène depuis plusieurs années, avec des partenaires industriels et académiques, des études sur les matériaux Composites à Matrice Céramiques (CMC) qui allient légèreté, tenue thermomécanique et tolérance à l'endommagement. Aujourd'hui, un des défis est de fabriquer des CMC stables à haute température et multifonctionnels. Dans ce contexte, le choix de la matrice est déterminant. L'étude proposée porte sur la mise au point d'un CMC nouvelle génération présentant une température de fusion supérieure à 1700 °C et possédant des propriétés diélectriques, thermiques et mécaniques adaptées. Les travaux de recherche se focaliseront sur l'étude de la matrice du futur CMC, choisie dans la famille des matériaux céramiques monolithiques de composition oxynitrures Si-Al/N/O. Cette étude se fera en collaboration avec plusieurs laboratoires du CEA Le Ripault et du CEA Saclay.

OBJECTIFS : Les matériaux céramiques seront élaborés par mélange/broyage de poudres selon différentes compositions incluant des ajouts de frittage tels que les terres-rares, l'alumine ou l'oxyde d'yttrium. Ils seront frittés par des procédés tels que le SPS (Spark Plasma Sintering) ou HP (Hot-Pressing). La microstructure des matériaux devra être caractérisée, de même que leurs propriétés thermiques (conductivité, coefficient de dilatation), mécaniques (flexion, ténacité), diélectriques et physico-chimiques (diffraction des rayons X). L'accent sera mis sur la compréhension de l'influence des ajouts de frittage des paramètres d'élaboration et de la microstructure sur les propriétés finales des matériaux

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Matériaux, physique du solide

CENTRE

CEA/Le Ripault
BP 16 – 37260 Monts, Centre-Val de Loire
E-mail : stage.ripault@cea.fr
Tél : 02-47-34-40-00

CONTACT

BALESTRAT Maxime
E-mail : maxime.balestrat@cea.fr

CONTEXTE : Les composites fibreux à matrice céramique (CMC) sont une classe de matériaux qui combinent de bonnes propriétés mécaniques spécifiques à une haute tenue en température ($> 1000\text{ °C}$) même sous atmosphère oxydante. Ils sont généralement constitués d'un renfort fibreux carbone ou céramique et d'une matrice céramique (carbure ou oxyde). Des limites importantes pour le développement de ce type de matériaux existent. Ce sont par exemple le coût important des procédés de mise en oeuvre ainsi que le coût et la disponibilité des matières de base, les renforts fibreux en particulier. Les matériaux composites combinant un renfort de fibres courtes et une matrice céramique sont une classe de matériaux innovants qui présentent a priori de nombreux avantages : réduction des coûts de fabrication, accessibilité à des formes géométriques variées en utilisant des techniques de moulage traditionnelles, mise en oeuvre simplifiée par rapport à une imprégnation homogène d'un renfort à fibres longues.

OBJECTIFS : L'objectif du sujet de stage est de participer à la mise au point d'un procédé d'élaboration de matériau composite oxyde/oxyde à matrice céramique alumine et renfort de fibres courtes en alumine en mixant les procédés de plasturgie et de traitement thermique de céramisation/frittage. Il s'agira de formuler des polymères en voie aqueuse et/ou organique chargés avec des fibres courtes et d'étudier les procédés de mise en forme puis de transformation thermique permettant l'obtention de CMC. L'influence des paramètres d'élaboration tels que taux de fibres, taux/nature de poudre, taux de polymère(s), température de frittage sera étudiée.

Les CMC obtenus seront caractérisés par des mesures de densité, des observations microstructurales (MEB), des tests mécaniques.

Il s'agira d'établir les liens entre élaboration / microstructure / comportement de ces matériaux.

DUREE : 6 mois

CENTRE

CEA/Le Ripault
BP 16 – 37260 Monts, Centre-Val de Loire
E-mail : stage.ripault@cea.fr
Tél : 02-47-34-40-00

CONTACT

LEGALLOIS Ulysse
E-mail : ulyse.legallois@cea.fr
HOURQUEBIE Patrick
E-mail : patrick.hourquebie@cea.fr

CONTEXTE : Les phénomènes de recristallisation et de croissance de grains peuvent avoir lieu au cours de la fabrication d'un composant à différentes étapes : dès le début d'un forgeage ou bien lors des traitements thermiques finaux. Ces phénomènes ont un rôle majeur sur la microstructure finale. Le CEA de Valduc sous-traite à des partenaires extérieurs la fabrication de composants forgés. Dans une démarche de suivi industriel et de qualité, il est nécessaire de bien comprendre l'impact des étapes de fabrication sur la microstructure pour pouvoir donner un avis technique concernant la qualité des pièces fabriquées.

OBJECTIFS : L'objectif du présent stage consiste dans un premier temps à conduire une campagne d'essais dans laquelle différents chemins thermomécaniques seront appliqués à diverses nuances d'acier afin de compléter la base de données expérimentales déjà acquise au CEA. Dans un second temps, le(la) stagiaire développera les modèles de recristallisation et de croissance de grain répondant aux constats expérimentaux. Finalement, des essais de validation du modèle développé -- potentiellement effectués sur une pièce de volume significatif -- seront réalisés.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Valduc
21120 Is-sur-Tille, Bourgogne-Franche-Comté
E-mail : stage.valduc@cea.fr
Tél : 03-80-23-40-00

CONTACT

DE RANCOURT VICTOR
E-mail : victor.derancourt@cea.fr
LECHARTIER AUDREY
E-mail : audrey.lechartier@cea.fr

CONTEXTE : Le CEA envisage de mettre en œuvre un procédé d'assemblage par soudage laser sous vide. Le CEA a pour cela approvisionné le matériel nécessaire : enceinte à vide et équipement laser. Des études de faisabilité, des recherches de jeux de paramètres ainsi que des qualifications du procédé seront à mener à court terme dont une partie pourra être réalisée à l'occasion de ce stage.

OBJECTIFS : Objectifs:

- Etude bibliographique sur le soudage laser sous vide;
- Sélection des soudures investiguées (en lien avec les pré-études effectuées par le CEA);
- Prise en main de l'équipement;
- Etude de faisabilité des soudures concernées;
- Plans d'expériences et optimisation des plages de paramètres du procédé;
- Qualification industrielle du procédé (avec un agent CEA);
- Rédaction d'un rapport de qualification.

DUREE : 2-3 mois

Matériaux, physique du solide

CENTRE

CEA/Valduc
21120 Is-sur-Tille, Bourgogne-Franche-Comté
E-mail : stage.valduc@cea.fr
Tél : 03-80-23-40-00

CONTACT

MAILLEY Jean
E-mail : jean.mailley@cea.fr
OZAGAC Matthieu
E-mail : matthieu.ozagac@cea.fr

CONTEXTE : Une grande diversité de matériaux métalliques est employée par le CEA afin de répondre à un large domaine d'applications pour lesquelles les contraintes mises en jeu (thermiques, mécaniques, chimiques ...) sont de plus en plus importantes. Le haut niveau de maîtrise associé à la réalisation de ces fabrications nécessite de garantir le bon comportement des composants dans toutes leurs étapes de vie. Pour y parvenir, il est capital de connaître de manière la plus complète et la plus précise possible les propriétés des matériaux qui les constituent.

OBJECTIFS : L'objectif de ce stage est d'accroître la connaissance métallurgique d'un acier faiblement allié pour lequel le CEA porte un intérêt particulier. Cet apport de connaissances sera porté par un travail expérimental de caractérisation du matériau. Des prélèvements représentatifs issus d'un composant de grandes dimensions permettront de vérifier l'homogénéité du matériau compte-tenu du cycle industriel de fabrication appliqué (forgeage, traitements thermiques). Il s'agira également de s'intéresser aux différentes transformations de phase que peut connaître ce matériau.

Un état de l'art de cet acier faiblement allié permettra au(à la) stagiaire de prendre en main rapidement le sujet proposé ainsi que de connaître les spécificités du matériau. Le(la) stagiaire sera en charge de la définition du plan d'expériences à mettre en oeuvre ainsi que de la réalisation de l'ensemble des caractérisations. Pour ce faire, il(elle) aura à sa disposition divers moyens de préparation d'échantillons (scie à fil, polisseuse), d'observation (microscopes optique et électronique à balayage) et de caractérisation (microduromètre, calorimètre différentiel à balayage, dilatomètre).

Le sujet proposé permettra au(à la) stagiaire d'acquérir des connaissances dans le domaine de la métallurgie ainsi qu'une méthode de travail indispensable au bon commencement de sa carrière, que ce soit dans le domaine industriel ou académique.

DUREE : 5-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

Matériaux, physique du solide

CENTRE

CEA/Valduc
21120 Is-sur-Tille, Bourgogne-Franche-Comté
E-mail : stage.valduc@cea.fr
Tél : 03-80-23-40-00

CONTACT

MICHEL Adrien
E-mail : adrien.michel@cea.fr
BOURTON Benoît
E-mail : benoit.bourton@cea.fr

**MATHÉMATIQUES,
INFORMATION
SCIENTIFIQUE,
LOGICIEL**

CONTEXTE : Le CEA-CESTA développe des modèles physico-numériques multi-physiques et multi-échelles pour décrire les comportements thermomécaniques de matériaux métalliques, céramiques, polymères ou composites face à des sollicitations dynamiques rapides (impact de projectiles, choc pyrotechnique, choc laser...). Ce stage a pour objet d'améliorer la compréhension et le développement des méthodes numériques utilisées pour la résolution Lagrangienne en 3D des équations de l'hyperélasticité et de l'hypoélastique. Dans ce contexte, la robustesse, la précision et les coûts de calcul des schémas numériques pour la résolution de ce modèle constituent un enjeu majeur.

OBJECTIFS : L'objectif du stage est de comparer les méthodes hyperélastique et hypoélastique sur des problèmes d'intérêt du CEA. Il sera d'abord nécessaire de se familiariser avec les méthodes numériques existantes pour la résolution des équations de l'hyperélasticité, et de comprendre leurs extensions en 3D. L'étudiant(e) devra ensuite se familiariser avec l'hypoélastique afin de proposer, en collaboration avec ses encadrants, une implémentation efficace. Le schéma hyperélastique est aujourd'hui opérationnel dans un code Lagrangien 3D. L'implémentation de l'hypoélastique, est quant à elle en cours et se base sur des travaux récents en 2D et dont l'extension 3D est le sujet de ce stage. L'étudiant(e) s'insérera dans la phase du projet en cours puis devra valider son implémentation avec différents cas tests numériques.

DUREE : Césure ou 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/Cesta
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

CONTACT

GUISSET Sébastien
E-mail : sebastien.guisset@cea.fr
BREIL Jérôme
E-mail : jerome.breil@cea.fr

CONTEXTE : Lorsqu'une navette spatiale ou une capsule rentre dans les couches denses de l'atmosphère, elle décélère fortement tandis qu'une onde de choc se forme, provoquant une montée en température et d'importants transferts de chaleur à la paroi. La prévision de cette décélération est un enjeu essentiel, notamment pour assurer la trajectographie du véhicule par des senseurs externes. Elle peut être effectuée en corrigeant la simulation numérique à l'aide d'expériences représentatives de rentrée atmosphérique, menées dans le cadre d'essais en vol. Il s'agit d'un problème à la frontière de l'apprentissage statistique et de la calibration bayésienne de code.

OBJECTIFS : Le stage fera suite à de travaux récents au CEA-CESTA pour lesquels une approche, inspirée du formalisme KOH (Kennedy O Hagan [1]), largement répandu en calibration bayésienne de code, et basée sur des processus gaussiens [2], permet de réaliser la prévision souhaitée. Elle repose sur un échantillonneur HMC (Hamiltonian Monte Carlo) [3] dynamique, dénommé NUTS (No-U-Turn Sampler [4]), qui est une méthode MCMC (chaîne de Markov Monte Carlo). Le stage portera sur l'extension de l'approche potentiellement dans plusieurs directions. Aidé de son encadrement, le(la) stagiaire mettra en place une approche multi-types propre à permettre l'exploitation de différents types d'expériences de rentrée. De plus, il(elle) concevra et mettra en oeuvre un échantillonneur de Gibbs qui sera comparé à l'approche existante. Enfin, le(la) stagiaire développera des diagnostics de convergence. L'objectif sera de produire in fine un outil numérique pour la prévision sur des données réelles ou simulées.

[1] Kennedy, M. C., & O'Hagan, A. (2001). Bayesian calibration of computer models. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)*, 63(3), 425-464.

[2] Rasmussen, C. E., & Williams, C. K. (2006). *Gaussian processes for machine learning* (Vol. 1, p. 159). Cambridge, MA: MIT press.

[3] Neal, R. M. (2011). MCMC using Hamiltonian dynamics. *Handbook of MCMC*, 2(11), 2.

[4] Hoffman, M. D., & Gelman, A. (2014). The No-U-Turn sampler: adaptively setting path lengths in Hamiltonian Monte Carlo. *J. Mach. Learn. Res.*, 15(1), 1593-1623.

DUREE : 5-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/Cesta
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

CONTACT

MINVIELLE Pierre
E-mail : pierre.minvielle@cea.fr

CONTEXTE : Lorsqu'une navette spatiale ou une capsule rentre dans les couches denses de l'atmosphère, une onde de choc se forme, provoquant une montée en température et d'importants transferts de chaleur à la paroi. Ces échauffements sont tellement élevés que le véhicule doit être protégé par une protection thermique, souvent appelée bouclier. Son dimensionnement requiert une bonne compréhension des phénomènes physiques impliqués. En particulier, il est essentiel de bien quantifier le flux de chaleur à la paroi par des mesures en vol en conditions réelles ou par des essais en soufflerie en environnement contrôlé. Cela peut être effectué par "assimilation de données", c'est-à-dire en combinant la simulation numérique et des mesures de température opérées par des thermocouples qui sont positionnés et protégés à l'intérieur des protections thermiques où l'environnement est moins critique. On peut chercher alors à quantifier les incertitudes associées au flux de chaleur reconstruit.

OBJECTIFS : Le stage portera sur le développement de méthodes d'assimilation de données pour la reconstruction du flux de chaleur et la quantification d'incertitudes associée. Il s'appuiera sur un code de rentrée atmosphérique 3D résolvant des équations aux dérivées partielles (chaleur/pyrolyse). Le(la) stagiaire s'intéressera aux différentes composantes d'incertitude, qu'elles soient dans la simulation numérique (discrétisation, épaisseur et conductivité de la protection thermique, etc.) ou dans les mesures (aléas et erreurs systématiques). Aidé de son encadrement, il(elle) travaillera sur des méthodes d'inférence séquentielle ou assimilation de données, telles que le filtrage/lissage de Kalman d'Ensemble stochastique [1,2]. Il est largement utilisé en géoscience pour des problèmes de très grande dimension. Le stage pourra laisser de la place à des analyses plus prospectives, notamment concernant les récentes méthodes d'ensemble multi-niveaux ou hiérarchiques. Enfin, une bonne part du stage sera dédiée au développement d'un outil numérique. Il sera évalué sur des mesures synthétiques qui seront produites au moyen du code 3D. Elles seront inspirées de mesures effectuées lors de la rentrée de la navette spatiale européenne IXV. Le(la) stagiaire calculera des estimés du flux temporel de chaleur et des incertitudes associées. Il(elle) les confrontera au flux "réel" simulé par le code 3D. Par ailleurs le stagiaire appliquera l'approche à des expériences sur des échantillons de graphite.

[1] Evensen, G. (2003). The ensemble Kalman filter: Theoretical formulation and practical implementation. *Ocean dynamics*, 53, 343-367.

[2] Evensen, G., & Van Leeuwen, P. J. (2000). An ensemble Kalman smoother for nonlinear dynamics. *Monthly Weather Review*, 128(6), 1852-1867.

DUREE : 5-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/Cesta
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

CONTACT

MINVIELLE Pierre
E-mail : pierre.minvielle@cea.fr
LEDAIN Olivier
E-mail : olivier.ledain@cea.fr

CONTEXTE : Dans le domaine de l'aérospatial, les projets de véhicules hypersoniques connaissent un intérêt croissant. Dans ces conditions de très hautes vitesses, les phases de vol ou de rentrée atmosphérique peuvent s'avérer complexes et violentes, exigeant une estimation précise des valeurs de flux thermiques pariétaux et des efforts aérodynamiques subis par l'objet. Selon les configurations étudiées, des écoulements turbulents plus ou moins instationnaires apparaissent lors du décollement de la couche limite à la paroi. La simulation de ce type d'écoulement nécessite des modèles numériques précis et robustes pour la prise en compte des phénomènes instationnaires associés à de larges échelles de la turbulence dans un contexte fortement compressible. La pierre angulaire nécessaire à la réalisation de ces simulations est la création d'un maillage adapté aux différentes physiques de l'écoulement que l'on souhaite capturer.

OBJECTIFS : Pour simplifier la création de maillage, tout en ayant une description précise de l'écoulement autour d'un objet de géométrie complexe, des techniques de chevauchement de maillage ont récemment été développées. Ces nouvelles méthodes consistent, en majorité, à avoir un maillage en proche paroi qui permet de résoudre la couche limite et un maillage loin de la paroi qui assure le transport des grosses structures turbulentes de l'écoulement. Ces deux maillages sont structurellement très différents et la difficulté principale réside dans le traitement de la discontinuité franche qu'il existe au niveau de l'intersection des différentes grilles. Les technologies classiques sont incompatibles avec les méthodes numériques nécessaires pour le traitement des chocs violents que subissent les véhicules hypersoniques. Une solution serait le développement d'un algorithme permettant la création d'un maillage intermédiaire permettant la transition entre les différents maillages et assurant la compatibilité avec nos méthodes de capture de chocs ainsi que la précision des approches numériques. Une première maquette 2D a été réalisée, permettant la création d'un maillage intermédiaire via des polygones fermés, par méthode de Voronoï, qui est le dual du maillage de Delaunay. Dans le cadre du stage on s'intéressera dans un premier temps à réaliser des modifications dédiées à l'aérodynamique telles que du maillage adaptatif, du raffinement automatique voir du maillage mobile. Une adaptation de la maquette pour des configurations en 3D sera envisagée dans un second temps. L'approche sera enfin validée sur des cas tests fortement compressibles.

DUREE : Césure ou 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/Cesta
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

CONTACT

MUSCAT Laurent
E-mail : laurent.muscat@cea.fr
BREIL Jérôme
E-mail : jerome.breil@cea.fr

CONTEXTE : L'écoulement hypersonique autour d'un véhicule rentrant dans les couches denses de l'atmosphère est caractérisé par une onde de choc détachée enveloppant le véhicule et par une couche limite au voisinage de la paroi. Lorsque le nombre de Reynolds augmente, l'écoulement évolue d'un régime laminaire à un régime turbulent suivant le phénomène de transition. La transition laminaire-turbulent est en particulier responsable de l'augmentation des flux de chaleur à la paroi, ce qui a des conséquences sur la conception des protections thermiques des véhicules de rentrée. Ce phénomène est en général modélisé dans les codes de calculs industriels et couplé à des modèles de turbulence Reynolds Averaged Navier-Stokes (RANS). La transition est validée en recoupant l'observation expérimentale et le niveau d'amplification de perturbations de la couche limite obtenu par la théorie de stabilité linéaire (LST).

OBJECTIFS : Le stage se déroulera au CEA-CESTA. Pour des régimes supersoniques à hypersoniques, le mode dominant correspond respectivement au premier et second mode selon la classification de Mack. L'objectif du stage est de mettre en place une chaîne de calcul aérodynamique couplé à de la LST sur des trajectoires de rentrée atmosphérique d'objets de type tri-coniques tels que le HIFIRE-1. Les résultats obtenus pourront servir à la calibration de modèles de transport d'équation pour la transition basée sur les temps caractéristiques des modes de Mack.

DUREE : Césure ou 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/Cesta
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

CONTACT

MUSCAT Laurent
E-mail : laurent.muscat@cea.fr
OLAZABAL-LOUME Marina
E-mail : marina.olazabal@cea.fr

CONTEXTE : Dans le cadre de ses activités dans le domaine de la furtivité radar, le CEA/CESTA développe des codes de calcul simulant le comportement électromagnétique d'objets 3D complexes. L'un de ces codes utilise une méthode d'éléments finis pour la résolution d'équations intégrales surfaciques. Selon la nature des matériaux (conducteur, diélectrique, impédant, fils minces ...) et le type de résolution, différentes formulations variationnelles ont été étudiées et développées. Ces formulations souffrent à très basse fréquence d'un problème de stabilité numérique connu sous le nom de "low frequency breakdown". De nombreux remèdes existent et sont proposés régulièrement dans la littérature.

OBJECTIFS : Il s'agit d'introduire dans un code d'étude 3D une nouvelle formulation intégrale de type courant-charge pour des objets conducteur parfait et de mettre en évidence à basse fréquence l'apport de ce type de formulation par rapport aux formulations classiques n'utilisant que le courant comme inconnue.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/Cesta
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

CONTACT

SESQUES MURIEL
E-mail : muriel.sesques@cea.fr
LABAT Justine
E-mail : justine.labat@cea.fr

CONTEXTE : Dans le cadre de ses activités dans le domaine de la furtivité radar, le CEA/CESTA développe un code de calcul simulant le comportement électromagnétique d'objets 3D. Ce logiciel résout les équations de Maxwell en régime harmonique par la méthode des équations intégrales surfaciques qui après discrétisation par élément finis conduit à un système linéaire dense. Pour résoudre ce système, une méthode de compression, basée sur l'algèbre des H-matrices (H pour hiérarchique) et l'algorithme ACA (Adaptive Cross Approximation), a été implémentée dans ce code. Un des ingrédients de la méthode de compression d'une H-matrice est le partitionnement hiérarchique de la surface de l'objet diffractant, qui permet le découpage hiérarchique en blocs de la matrice du problème, un bloc matriciel correspondant à l'interaction entre deux éléments de la partition de la surface de l'objet.

OBJECTIFS : L'objectif de ce stage est la mise en œuvre de partitionneur multi-niveaux parallèle. Le partitionnement doit respecter deux contraintes, une liée à la bonne compression des blocs, l'autre au design parallèle du solveur : les inconnues du système doivent être regroupés spatialement, chaque groupe doit être constitué d'un nombre fixe d'inconnues. Après une étude bibliographique, il s'agira de tester différentes solutions en explorant par exemple des approches basées soit sur un partitionnement topologique, géométrique ou une approche hybride.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/Cesta
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

CONTACT

SESQUES Muriel
E-mail : muriel.sesques@cea.fr
PUJOLS Agnès
E-mail : agnes.pujols@cea.fr

CONTEXTE : Le CEA-CESTA développe des modèles physico-numériques multi-physiques et multi-échelles pour décrire les comportements thermomécaniques de matériaux métalliques, céramiques, polymères ou composites face à des sollicitations dynamiques rapides (impact de projectiles, choc pyrotechnique, choc laser...). Dans le cas particulier des écoulements hydrodynamiques et élastoplastiques fortement compressibles, le contrôle de la dissipation induite par les méthodes numériques permet la résolution efficace des discontinuités présentes dans l'écoulement (chocs, discontinuités de contact) sans pour autant sacrifier la précision de la solution dans les zones de régularité. Ce stage a pour objet la compréhension de ces phénomènes, dans l'objectif d'améliorer la robustesse et la précision des méthodes numériques utilisées tout en contrôlant leur coût de calcul.

OBJECTIFS : Dans ce sujet de stage nous proposons d'étudier une classe de schémas numériques aux Volumes Finis permettant d'approcher avec robustesse et précision les solutions des équations de la dynamique des gaz compressibles. Ces méthodes consistent à calculer l'évolution temporelle des valeurs moyennes de la masse, de la quantité de mouvement et de l'énergie totale du gaz au sein d'une maille en fonction du bilan des flux aux interfaces de cette maille. Le flux numérique aux interfaces est évalué au moyen d'un solveur de Riemann approché. Dans un premier temps, l'étudiant(e) se familiarisera avec ces méthodes via une étude bibliographique et le lancement de calculs sur des cas d'école. Puis dans un second temps il(elle) mènera une étude sur une classe particulière de solveurs de Riemann permettant la résolution exacte des ondes de chocs. Après une phase d'implémentation dans le langage de son choix, il(elle) confrontera cette méthode aux schémas numériques couramment utilisés dans les codes de calculs du laboratoire sur un ensemble de cas tests de référence. Le couplage de ce solveur avec des algorithmes de reconstruction de la solution basés sur des projections aléatoires (schémas de Glimm) sera ensuite investigué pour réduire encore la diffusion numérique du schéma global. L'ensemble de ces travaux sera appliqué au cas des équations d'Euler 1D instationnaires en représentation lagrangienne.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/Cesta
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

CONTACT

THERME Nicolas
E-mail : nicolas.therme@cea.fr
MAIRE Pierre-Henri
E-mail : pierre-henri.maire@cea.fr

CONTEXTE : Simuler numériquement l'évolution spatio-temporelle de milieux à haute densité d'énergie créés en laboratoire par exemple lors d'expériences sur le Laser Mégajoule (LMJ), un des plus gros lasers du monde, impose de calculer, en un minimum de temps, une très grande quantité de grandeurs physiques utiles à la simulation. Certaines de ces grandeurs physiques, parmi les plus importantes, découlent d'un calcul de cinétique atomique dont la complexité est liée à l'état thermodynamique du milieu considéré et du niveau de précision recherché. Dans le cas de milieux hors-équilibre, le temps de calcul de la cinétique atomique peut s'avérer très coûteux en termes de ressources informatiques et fortement impacter la durée totale d'une simulation, voire la rendre inenvisageable.

OBJECTIFS : Les travaux à réaliser auront pour objectif de chercher à réduire les temps de calcul de cinétique atomique. Pour ce faire, on cherchera à mettre en œuvre des méthodes d'IA. Une première étape consistera à générer les bases de données utiles aux calculs de cinétique atomique, elle permettra à l'étudiant(e) de se familiariser avec l'usage des super-calculateurs du CEA et d'acquérir des compétences en gestion de base de données. Une seconde étape consistera à générer une vaste base de données de calculs de cinétique atomique et de mettre au point un modèle d'apprentissage statistique et d'en analyser les performances. Cette seconde étape permettra à l'étudiant(e) d'acquérir des compétences dans le domaine du "Machine Learning".

DUREE : 5-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

BLANCARD Christophe
E-mail : Christophe.Blancard@cea.fr

CONTEXTE : L'installation de radiographie éclair EPURE, située à Valduc, permet de réaliser des radiographies d'objets très denses en implosion rapide. Afin de maîtriser le fonctionnement expérimental de la chaîne radiographique adaptée à l'étude de ces objets, des phases de caractérisation sont réalisées en amont des expériences. Ces phases permettent de caractériser le fonctionnement de la source radiographique (tache focale, dose, distribution angulaire...) et des détecteurs.

Jusqu'en 2020, l'installation EPURE offrait un seul axe radiographique constitué de la machine AIRIX. Plusieurs expériences ont eu lieu entre 2014 et 2020, pour chaque expérience, la phase de caractérisation préalable a été réalisée, et une grande quantité de données est disponible pour une exploitation plus globale. Dans cette étude, on propose d'exploiter de nouveau ces données et d'en extraire des grandeurs caractéristiques ainsi que des incertitudes associées au regard de nouveaux outils d'exploitation.

OBJECTIFS : L'objectif principal sera donc de traiter les images expérimentales, d'analyser les résultats de manière transverse afin d'en extraire des données représentatives de la performance de la chaîne radiographique, des méthodes statistiques seront à mettre en place. Le travail s'appuiera également sur les outils de simulation, il sera nécessaire de quantifier les écarts à la simulation à partir d'indicateurs définis. L'exploitation de ces données au regard des derniers outils de traitement développés, et l'utilisation de la simulation permettront, à terme, de réduire les incertitudes pour les traitements radiographiques futurs.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

BRANDON Vincent
E-mail : vincent.brandon@cea.fr

CONTEXTE : La génération de maillages est une étape essentielle pour la simulation numérique. Pour de nombreux problèmes, les codes de simulation reposent sur les méthodes des éléments et des volumes finis, qui requièrent de partitionner l'espace géométrique d'étude -- comme une voiture, une turbine, un moteur d'avion -- en un ensemble d'éléments de base, appelés mailles et formant un maillage. Nous nous intéressons ici à la génération de maillages quadrangulaires. Bien qu'il existe de nombreuses méthodes de générations de tels maillages, en pratique les contraintes définies par les ingénieurs influent sur la méthode à utiliser pour obtenir un résultat utilisable pour la simulation. C'est dans ce cadre que se positionne le travail proposé en développant une méthode de génération par avancée de front pour discrétiser une géométrie 2D multi-matériaux à l'aide de blocs quadrangulaires.

OBJECTIFS : L'objectif de ce stage est d'implémenter un algorithme permettant de discrétiser une géométrie 2D décomposée en plusieurs parties à l'aide d'un algorithme par avancée de front. Pour cela, nous reprendrons la méthode Q-Morph proposée par Owen et al dans deux articles scientifiques de référence et nous l'étendrons en considérant l'utilisation de champs d'orientations pour améliorer la qualité des maillages obtenus.

Après une étude de l'article scientifique et la compréhension de la méthode, l'algorithme sera intégré dans la bibliothèque de maillage gmds, développée au CEA/DAM. Il sera ensuite intéressant de porter cette méthode à des géométries 3D surfaciques en utilisant les structures de champs d'orientation pour guider l'algorithme.

DUREE : Césure ou 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

CALDERAN Simon
E-mail : simon.calderan@cea.fr

CONTEXTE : La prédiction d'écoulements multi-matériaux est au coeur des missions du CEA. Pour répondre à ces besoins, des méthodes numériques lagrangiennes pour l'hydrodynamique compressible sont développées. Elles garantissent par construction que les interfaces des matériaux s'identifient à des lignes de maillage. Ainsi, elles permettent d'éviter le recours à des modèles de mélange et sont généralement plus précises que leurs équivalentes eulériennes. Ces méthodes, ont été conçues dans le cadre de la dynamique rapide (fortement compressible).

OBJECTIFS : Pour pouvoir adapter ces méthodes à des régimes faiblement compressibles, nous avons récemment développé au CEA DAM un schéma numérique lagrangien implicite qui est inconditionnellement stable. Ce schéma est une variante implicite du solveur acoustique, un solveur de Riemann approché. Ce schéma est d'ordre 1 en temps, ce qui réduit fortement sa précision. D'une part, à pas de temps fixé, l'erreur d'approximation en temps des schémas implicites est plus grande que celle des schémas explicites. D'autre part, cette erreur est proportionnelle au pas de temps, que l'on souhaite choisir très grand pour profiter de la stabilité inconditionnelle. En conséquence, le défaut de précision de la méthode est largement dominé par l'erreur d'intégration temporelle, rapportée à l'erreur d'approximation en espace.

L'objectif de ce stage est donc de proposer, d'analyser, de programmer et de tester une ou plusieurs techniques de montée en ordre en temps pour le schéma en dimension 1. Dans un second temps, on pourra s'intéresser aux bénéfices d'une amélioration de la précision en espace, et en dimensions supérieures.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

DEL PINO Stéphane
E-mail : stephane.delpino@cea.fr

CONTEXTE : Dans le cadre de multiples applications intéressant le CEA-DAM et pour l'analyse de questions relatives à la maîtrise des incertitudes, il est généralement nécessaire de substituer à un code de simulation (multi-)physique coûteux, un modèle beaucoup plus rapide, appris à partir d'appels à ce code coûteux et pouvant ensuite être utilisé pour faire varier à souhait les différents paramètres du problème considéré, notamment dans le but d'étudier l'effet de ces variations. Choisir la structure du modèle mathématique qui sera identifié et la stratégie qui permettra son apprentissage en pratique, est un problème statistique délicat et qui conditionne notre capacité à obtenir des garanties, en termes de qualité et de robustesse de prédiction.

OBJECTIFS : Ce stage porte sur la thématique de l'apprentissage statistique et de la sélection de modèle.

L'objet de l'étude proposée consiste à aborder ce problème dans un cadre Bayésien, en considérant notamment les idées suivantes :

- Un modèle de Processus Gaussien (GP) sera utilisé en tant que modèle de substitution car celui-ci offre deux avantages : premièrement il est un objet particulièrement flexible dont le paramétrage permet de s'adapter assez largement aux différents problèmes physiques traités et, deuxièmement, sa formulation mathématique offre par construction la possibilité d'avoir une information probabiliste sur la précision qui peut en être attendue.
- La contrôle du paramétrage (ou hyper-paramétrage) du GP peut représenter un levier intéressant pour forcer un certain degré de conservatisme dans la fourniture de prédictions, notamment en début d'apprentissage et en régime de faible volume de données, et une stratégie, à construire avec soin, peut permettre de faire évoluer cet impératif de robustesse à mesure que davantage d'information est extraite des appels au code coûteux.
- La connaissance probabiliste extraite, tant des observations disponibles que des hypothèses formulées, peut être utilisée pour évaluer, par le biais d'estimations Bayésiennes dites « pré-postérieures », si et avec quel jeu de paramètres il est pertinent d'appeler une nouvelle fois le code coûteux, afin d'en tirer le maximum d'information ; tout ceci en conservant une maîtrise sur l'évolution de la qualité et la robustesse de prédiction.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

FAURIAT William
E-mail : william.fauriat@cea.fr

CONTEXTE : Ce travail s'intègre dans le cadre de la quantification d'incertitude associée à des simulations des phénomènes de physique des plasmas pour la fusion par confinement inertiel. L'équipe qui accueille le(a) stagiaire a pour mission d'étudier les incertitudes liées à ces codes. Une des difficultés actuelles est l'analyse probabiliste sur des objets de grandes dimensions tels que des images (carte des grandeurs physiques). Le développement récent des modèles de diffusion et de la théorie sous-jacente permet d'envisager une approche probabiliste en grande dimension.

OBJECTIFS : L'objectif de ce stage est de mettre en place un modèle de diffusion sur une base de données physiques de type images de mesures physiques. On cherche les distributions des images conditionnellement à des paramètres physiques. Le code de simulation de physique étant coûteux (plusieurs heures sur supercalculateur), la base de données est de petite dimension. Une autre difficulté réside dans le fait que les images traitées sont des cartes de grandeurs physiques et nécessiteront une calibration. (En apprentissage automatique, les images sont habituellement normalisées). Ce travail pourrait se poursuivre en thèse par le développement de la résolution d'un problème inverse utilisant un modèle de diffusion.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

HABERSTICH Cécile
E-mail : cecile.haberstich@cea.fr
KERLEGUER Baptiste
E-mail : baptiste.kerleguer@cea.fr

CONTEXTE : Les équations d'état sont utilisées dans les simulations hydrodynamiques pour la fermeture de systèmes d'équations de conservation, et permettent notamment de définir la pression P et l'énergie interne E , pour une densité et une température données. Le modèle historique QEOS construit des tables d'équations d'état en se basant sur l'additivité des contributions ionique et électronique. Chaque contribution est alors calculée à l'aide d'un modèle dédié : respectivement le modèle de Cowan et le modèle Thomas-Fermi. C'est ce dernier qui fera l'objet de cette étude car il a la particularité de répondre à une loi d'échelle entre éléments chimiques : en résolvant les équations pour un élément de référence (généralement de l'hydrogène), on peut en déduire les propriétés thermodynamiques (P et E) de n'importe quel élément par une interpolation bien posée.

OBJECTIFS : Les réseaux de neurones artificiels ont prouvé leur capacité d'interpolation dans de nombreux domaines : le but de cette étude est de la tester sur le modèle Thomas-Fermi. Plus précisément, on s'intéresse aux réseaux informés par la physique (Physics Informed Neural Networks ou PINN) qui répondent à des lois physiques définies par des équations différentielles partielles. Dans un premier temps, le(a) stagiaire sera amené(e) à produire des données pour l'hydrogène en résolvant les équations du modèle Thomas-Fermi. Par la suite, le(a) stagiaire utilisera ces données pour l'apprentissage de PINN et les mettra en concurrence avec des techniques d'interpolation numérique classiques, tels que les splines. L'implémentation des différents outils se fera en Python. La librairie de deep learning utilisée dans l'unité d'accueil est Tensorflow mais le(a) stagiaire sera libre d'utiliser la librairie de son choix (par exemple Pytorch, ou bien une librairie dédiée aux PINN comme DeepXDE). Durant ce stage, le(a) stagiaire développera des compétences dans plusieurs domaines : implémentation numérique (schéma numérique, interpolation), en deep learning, et en physique des plasmas.

DUREE : Césure ou 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

LAMY Corisande
E-mail : corisande.lamy@cea.fr
KLUTH Gilles
E-mail : gilles.kluth@cea.fr

CONTEXTE : L'installation ELSA (Electrons, Lasers, Source X et Applications) du CEA DAM est principalement constituée d'un accélérateur linéaire d'électrons de 30 MeV avec photo-injecteur 2 MV basse fréquence à 144 MHz, une ligne accélératrice 17MV à 433 MHz, et un post-accélérateur à 1,3 GHz. Les électrons sont utilisés d'une part pour produire du rayonnement de freinage, d'autre part dans le cadre du développement d'une source X Compton Inverse, pour des applications de développement de détecteurs X au profit d'autres grandes installations telles que le Laser Mégajoule et EPURE (radiographie X éclair).

OBJECTIFS : Un code de calcul temps réel (BeamLeader) a été développé pour assister les pilotes de la machine dans leurs réglages du transport du faisceau d'électrons. L'objectif de ce stage est de poursuivre son développement en y améliorant la prise en compte des effets physiques, ainsi que l'interface utilisateur, et de réaliser l'interfaçage avec le système de contrôle commande de l'accélérateur.

Le(a) stagiaire devra prendre en main l'outil numérique existant, comprendre comment la physique des faisceaux de particules chargées y est modélisée, proposer et implémenter des améliorations. Il(elle) s'initiera par ailleurs au système de contrôle commande sous PANORAMA afin de mettre en place une interface entre celui-ci et BeamLeader.

Ce stage est essentiellement théorique et informatique. Des connaissances en optique ou en physique des faisceaux seront des atouts appréciables.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

LE FLANCHEC Vincent
E-mail : vincent.le-flanhec@cea.fr
CHAUCHAT Anne-Sophie
E-mail : anne-sophie.chauchat@cea.fr

CONTEXTE : La génération de maillages est une étape essentielle pour la simulation numérique. Pour de nombreux problèmes, les codes de simulation reposent sur les méthodes des éléments et des volumes finis, qui requièrent de partitionner l'espace géométrique d'étude -- comme une voiture, une turbine, un moteur d'avion -- en un ensemble d'éléments de base, appelés mailles et formant un maillage. Le CEA/DAM développe une bibliothèque sous license libre regroupant une structure de données permettant de représenter de tels maillages et sur laquelle s'appuient des algorithmes permettant de les générer et les manipuler.

En plus de fonctionnalités directement implémentées dans cette bibliothèque certains algorithmes nécessitent des services fournis à travers des bibliothèques externes dont celle-ci dépend.

OBJECTIFS : L'objectif de ce stage est d'étudier des alternatives à certaines de ces dépendances, parmi lesquelles figurent par exemple :

- GLPK (GNU Linear Programming Kit), qui est un logiciel permettant de résoudre des programmes linéaires et des programmes linéaires en nombres entiers. Pour des raisons de performances il est apparu limitant et sont remplacé, par exemple par OR-Tools est envisagé ;
- GTS (GNU Triangulated Surface Library), qui est une bibliothèque fournissant des services ayant trait à des surfaces représentées par des ensembles de triangles. Une optimisation utilisée par celle-ci consiste à ranger dans un arbre les entités sur lesquelles les requêtes seront appliquées afin d'y répondre plus rapidement. Elle n'est par contre pas appelable de manière concurrente (threadsafe), y compris en simple consultation, ce qui ne la rend pas indiquée pour les algorithmes multithread.

Le travail de stage consistera à chercher des alternatives logicielles existantes à GLPK et/ou GTS, mener une étude comparative, pour ensuite mettre en place une ou plusieurs de ces solutions parmi celles identifiées comme répondant aux besoins.

Dans le cas du remplacement de GTS, selon les résultats de cette étude, des développements seront réalisés pour implémenter une solution, en particulier une structure d'arbre de type "Bounding Volume Hierarchy" permettant d'effectuer les requêtes plus rapidement.

DUREE : Césure ou 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

LE GOFF Nicolas
E-mail : nicolas.le-goff@cea.fr

CONTEXTE : La génération de maillage est une étape essentielle dans le cycle de la simulation numérique durant lequel un ingénieur va modéliser un domaine d'étude, comme une voiture, une turbine, un moteur d'avion, y apposer des conditions physiques, valeurs de température, pression, type de matériaux, puis exécuter un code de simulation approprié à son problème (structure, fluide, aérodynamique, ...) avant d'analyser les résultats obtenus. L'étape essentielle oubliée volontairement dans ce processus est l'étape de maillage qui intervient avant l'exécution du code de simulation.

La génération du maillage est un problème complexe, en particulier dans le cas de maillages hexaédriques pour lesquels il n'existe aujourd'hui aucune solution automatique. De fait, générer de tels maillages est un processus interactif où le plus souvent, un ingénieur va découper manuellement une géométrie en sous-parties simples pour lesquelles des solutions automatiques existent. C'est dans ce cadre que se positionne le travail proposé en proposant une solution robuste à la génération d'axes médians, très utiles pour accélérer la découpe interactive.

OBJECTIFS : L'objectif de ce stage est de concevoir un algorithme permettant de générer l'axe médian d'un modèle CAO aussi bien en dimension 2 qu'en dimension 3. L'axe médian d'une forme géométrique G est l'ensemble des lieux géométriques situés à égale distance d'au moins deux points du bord de G . Cet ensemble de points forme un squelette qui permet de distinguer des zones caractéristiques de G telles que des détails ou des zones fines.

Etant donné que les points formant l'axe médiant d'une forme G sont caractérisés par une notion d'équidistance, il est possible d'utiliser les diagrammes de Voronoï pour déterminer cet ensemble à partir d'une discrétisation bien choisie du bord de G . C'est le travail proposé dans ce stage qui devra être réalisé aussi bien en dimension 2 qu'en dimension 3.

Les modèles géométriques considérés seront regroupés en familles de modèles telles qu'une famille sera composée d'une forme simple et d'évolutions de cette forme comportant des congés, chanfreins, trous, encoches, etc ... Ces ensembles de cas tests permettront d'évaluer la robustesse de l'algorithme de génération d'axe médian proposé mais aussi d'apprécier la capacité d'utiliser un axe médian pour détecter les détails d'un modèle de CAO.

DUREE : Césure ou 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

LEDOUX Franck
E-mail : franck.ledoux@cea.fr

CONTEXTE : La génération de maillages est une étape essentielle pour la simulation numérique. Pour de nombreux problèmes, les codes de simulation reposent sur les méthodes des éléments et des volumes finis, qui requièrent de partitionner l'espace géométrique d'étude, comme une voiture, une turbine, un moteur d'avion, en un ensemble d'éléments de base, appelés mailles et formant un maillage. Nous nous intéressons ici à la génération de maillages structurés par blocs, qui sont aujourd'hui les plus difficiles à générer en 3D. En pratique, de tels maillages sont le plus souvent créés à l'aide de logiciels interactifs, que des ingénieurs vont manipuler pendant plusieurs heures pour obtenir le découpage souhaité. C'est dans ce cadre que se positionne le travail proposé en considérant l'utilisation de l'apprentissage par renforcement pour discrétiser une géométrie 2D multi-matériaux à l'aide de blocs quadrangulaires,

OBJECTIFS : L'objectif de ce stage est de concevoir un algorithme permettant de discrétiser une géométrie 2D composée de plusieurs parties à l'aide d'une structure de blocs quadrangulaires. Pour cela, nous nous plaçons dans le contexte de l'apprentissage par renforcement d'un agent apprenant, qui aura la capacité de modifier une structure de blocs quadrangulaires à l'aide d'un ensemble d'actions prédéfinies : couper un bloc en deux, supprimer un bloc, déplacer un sommet de bloc, etc... L'objectif de l'agent est de générer une structure de blocs qui réponde à des critères précis de validité. Si l'agent réalise une suite d'opérations géométriques menant à une structure valide de blocs, il sera récompensé. Après une étude bibliographique d'articles scientifiques récents utilisant des méthodes d'apprentissage pour des problèmes similaires, le travail de stage consistera à mettre au point en Python un environnement d'apprentissage par renforcement spécifique au problème. Ceci nécessitera entre autre de proposer les responsabilités de l'agent, celles de l'environnement, les observations possibles, les récompenses à court et long terme. Pour cela, nous nous appuierons sur des bibliothèques déjà développées au CEA/DAM.

DUREE : Césure ou 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

LEDOUX Franck
E-mail : franck.ledoux@cea.fr

CONTEXTE : Dans le cadre de la gestion de crise, le CEA utilise un certain nombre d'outils de modélisation de la dispersion atmosphérique de polluants. Ces outils, complexes, doivent être adaptés pour une utilisation en situation de crise. Il est donc nécessaire d'automatiser le plus possible les chaînes de calcul et la production de rapports automatiques sous forme de cartes. Généralement, une chaîne de calcul s'appuie sur plusieurs phases : 1) phase de récupération des données d'entrée (ex : données météorologiques, données sur le polluants...), 2) phase de préparation des calculs (création des fichiers d'entrée de codes, paramétrage), 3) phase de calcul (lancement des codes et vérification du bon fonctionnement), 4) phase de post-traitement (création de rapports, création de cartes à partir d'outils cartographiques).

OBJECTIFS : L'objectif principal de ce stage est d'aider au développement d'une nouvelle chaîne de calcul sous la forme d'un démonstrateur pour interfacer un nouveau code de dispersion lagrangien à particules. Ce démonstrateur s'appuiera sur des chaînes de calcul existantes qu'il faudra adapter et améliorer. Il s'agit aussi de travailler sur les interfaces graphiques, mettant en oeuvre un système d'information géographique, utilisées par les opérateurs lors notamment du post-traitement.

Les principaux objectifs sont : 1) Développer le module de calcul des doses à partir des données de concentration produites par la chaîne de calcul, 2) Développer en python des post-traitements graphiques pour le module de dispersion 3) Aider à l'optimisation de la chaîne de calcul, 4) Aider à la mise en place de nouvelles chaînes pour la surveillance de nouveaux sites, 5) En option, si le temps le permet, création d'une petite application web permettant la visualisation des résultats. Le(a) stagiaire participera à toutes les étapes du projet, de la conception au développement.

Le développement du démonstrateur se fera au CEA de Bruyères-le-Châtel. Plusieurs grandes étapes seront mises en place. 1) Prise en main du code de calcul et des outils existants. 2) Spécification des développements à faire 3) Développement de plusieurs blocs composant le démonstrateur (chaîne de calcul - post-traitement - application web)

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

PATRYL LUC
E-mail : luc.patryl@cea.fr
COMTE Nicolas
E-mail : nicolas.comte@cea.fr

CONTEXTE : La simulation numérique s'impose actuellement comme un outil majeur pour la conception, l'optimisation et la certification de systèmes de plus en plus complexes. Une simulation d'un système multi-physique nécessite un temps de calcul souvent très long. Ce coût limite son étude à peu de conditions initiales et à peu de paramètres, ce qui rend l'interprétation des résultats délicate, notamment pour mener à bien des analyses de sensibilité permettant l'identification de paramètres physiques pertinents. Le palliatif consiste à mettre en place un modèle d'apprentissage machine (Machine Learning), i.e. un méta-modèle (surrogate model), pour apprendre les simulations disponibles et prédire celles non atteignables. Ce stage propose l'étude d'un modèle d'apprentissage particulier, utilisant des Processus Gaussiens (Gaussian Process, GP), en essayant de retravailler sa structure particulière.

OBJECTIFS : L'apprentissage par processus gaussien conditionné (méthode de Krigeage) paraît adapté [1] aux problèmes de small datas (peu d'informations disponibles (<1000) en dimension raisonnable (<20). Dans ce stage, on s'intéresse aux possibilités et conséquences de formuler de différentes manières la même structure d'un processus gaussien : choix de moyenne (tendance) et du noyau de covariance dans le paradigme du BLUP (best linear unbiased predictor). En particulier, peut-on éliminer une tendance, quitte à modifier le noyau? L'utilité de la tendance est de permettre une interprétation physique plus aisée, tandis que la supprimer permet d'avoir des outils plus robustes. On s'intéressera aux questions suivantes : Y-a-t'il au final équivalence de formulation ? Est-ce que le problème est identique à résoudre ? Quelle est la conséquence de formulation sur la capacité prédictive du modèle ?

[1] Rasmussen & Williams, Gaussian process for machine learning.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

SALIN Gwenael
E-mail : gwenael.salin@cea.fr

CONTEXTE : Lorsqu'un matériau métallique subit un choc, par exemple suite à un impact de plaques, il se détériore selon un processus appelé écaillage, composé d'une phase d'endommagement suivie de la rupture macroscopique, caractérisée par l'ouverture d'une écaille. L'unité d'accueil au CEA DAM a implémenté différents modèles permettant de restituer les mécanismes mis en jeu dans des expériences de référence.

Pour répondre à cette problématique, un modèle de dégradation de la matière a été mis au point dans un code hydrodynamique. L'intérêt de ce modèle a été démontré pour restituer des résultats de référence. Par la suite, des améliorations ont été proposées afin d'enrichir ce modèle. Notamment, le couplage entre un modèle d'endommagement et le modèle de zone cohésive a été réalisé lors d'un précédent stage. Cette démarche a été validée dans un code d'étude 1D.

OBJECTIFS : Le traitement de la dégradation de la matière lors de l'écaillage repose sur l'utilisation couplée d'un modèle d'endommagement avec un modèle de zone cohésive. L'objet du stage est de reporter les améliorations mises en place dans la maquette 1D dans un code multi-physique 2D afin d'étudier l'interaction des modèles d'endommagement avec les lois cohésives pour décrire l'écaillage. Il s'agira de définir une stratégie d'implantation du composant logiciel dans le code 2D, réaliser les développements en C++ et les valider par comparaison avec des résultats d'expériences disponibles et de simulations 1D.

Le(a) stagiaire pourra se former aux problématiques d'endommagement et de rupture dans le cadre de la dynamique rapide ainsi qu'au développement dans un code "industriel". Ce stage dans un cadre à la fois académique et industriel donne l'opportunité d'acquérir des compétences scientifiques poussées en modélisation et simulation numérique.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

SPRAUL Marie
E-mail : marie.spraul@cea.fr
PILLON Laurianne
E-mail : laurianne.pillon@cea.fr

CONTEXTE : Pour ses missions, intéressant la dissuasion nucléaire française et dans le cadre du programme Simulation, le CEA DAM conduit des études de fiabilité des diverses chaînes de calcul visant à garantir les paramètres physiques prédits par les codes de production. Un des volets importants de cette étude est l'évaluation des incertitudes, permettant de quantifier l'influence des diverses approximations – par ailleurs indispensables à la modélisation des phénomènes physiques, sur les calculs numériques. L'objectif de ce stage est d'estimer l'impact des approximations faites en Théorie de Fonctionnelle de la Densité (DFT) sur le calcul des propriétés optiques d'un milieu. En particulier, on s'attachera à estimer l'incertitude sur l'opacité de par l'utilisation d'un pseudo-potentiel dans le formalisme Projector Augmented Wave (PAW) lors du calcul de la configuration électronique du matériau considéré.

OBJECTIFS : Dans le cadre du formalisme de Kubo-Greenwood, qui permet de calculer la réponse linéaire d'un milieu à un champ électromagnétique extérieur (et donc en déduire ses différentes propriétés, comme le coefficient d'absorption, de réflexion, de transmission, la conductivité thermique...), on estimera l'influence des fonctions d'onde électroniques ainsi que des énergies des états quantiques sur la conductivité électrique, en particulier sur l'opacité, qui s'écrit comme une somme de fractions rationnelles des énergies et des intégrales sur l'espace d'un opérateur agissant sur les fonctions d'onde. Dans un second temps, on pourra s'intéresser à la propagation des incertitudes, les incertitudes sur les fonctions d'onde et les énergies venant de la résolution auto-cohérente des équations de Kohn et Sham dans le cadre de la DFT avec un pseudo-potentiel PAW. Pour finir, on pourra appliquer ces estimations à un cas réel. On pourra s'intéresser à une résolution analytique pour l'atome d'Hydrogène, en variant le potentiel ressenti par l'électron, ou bien, utiliser le logiciel Abinit qui résout les équations de Kohn et Sham, afin de tester l'influence du pseudo-potentiel sur le calcul de la configuration électronique et puis sur l'opacité.

DUREE : 2-3 mois

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

TACU Mikael
E-mail : mikael.tacu@cea.fr

CONTEXTE : Les environnements urbains sont soumis à des risques spécifiques (pollution, explosions accidentelles, événements météorologiques extrêmes) qui sont associés à des écoulements de fluide tridimensionnels à l'échelle d'un quartier ou d'une ville entière.

Ces risques peuvent être quantifiés par des simulations numériques via l'utilisation de codes de mécanique des fluides numériques (CFD). Ces codes de calcul prennent en entrée un maillage 3D de la géométrie à étudier, c'est-à-dire des bâtiments d'une ville ou d'un quartier. La génération de ces maillages est une tâche difficile, et les outils de maillage existants, libres ou commerciaux, sont largement inadaptés.

OBJECTIFS : Le maillage des milieux urbains présente les spécificités suivantes :

- Les bâtiments peuvent être décrits de manière incomplète, et dans des formats hétérogènes,
- La géométrie des bâtiments a un aspect fractal et multi-échelle, par conséquent des méthodes de simplification géométrique doivent être mises en oeuvre,
- Des contraintes fortes peuvent s'appliquer sur la taille des mailles.

L'objectif du stage est double :

- Contribuer au développement d'une librairie d'outils spécifiques en Python permettant de générer des maillages de ville à partir de données ouvertes,
- Etablir une description statistique des environnements urbains (densité, rapport d'aspect...), et établir une classification des villes suivant des indicateurs statistiques.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CONTACT

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

TERRANA Sébastien
E-mail : sebastien.terrana@cea.fr

CONTEXTE : La Direction des applications militaires du CEA (DAM) met en œuvre des méthodes numériques pour ses calculs d'hydrodynamique sous des contraintes particulièrement sévères : transports et déformations sur de grandes échelles, évolutions isentropes et sous chocs forts, équations d'états complexes, couplages multiples à d'autres physiques et maillages importants nécessitant des ordinateurs massivement parallèles. Pour répondre à ces besoins, la DAM développe des méthodes utilisant le formalisme dit ALE dans lequel le maillage évolue dans le temps selon des règles spécifiées par l'utilisateur de manière à capturer au mieux les particularités de l'écoulement. Dans ce formalisme, une ou plusieurs étapes d'évolution lagrangienne (où le maillage suit la matière) sont suivies d'un remaillage avec une projection sur un maillage régularisé.

OBJECTIFS : L'objectif du stage est à la fois de développer le couplage du schéma numérique hydrodynamique avec plusieurs modèles physiques et d'étudier les possibilités de modifier certaines étapes de calcul afin d'obtenir un code plus robuste. Le déroulement du stage s'effectuera en trois étapes principales : 1) une première partie bibliographique afin de prendre en main le sujet et les applications du stage, 2) une partie théorique au cours de laquelle plusieurs développements et modifications du schéma numérique seront étudiés, 3) une partie développement informatique afin d'implémenter ces développements dans un code de calcul et de comparer les résultats sur plusieurs cas tests représentatifs, et suivies d'une partie rédactionnelle afin de consigner les développements effectués et les résultats obtenus dans un rapport de stage. Les développements seront codés dans une maquette C++ en 1D et une extension au 2D est prévue si le temps le permet.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

VAZQUEZ-GONZALEZ Thibaud
E-mail : thibaud.vazquez-gonzalez@cea.fr
POUGEARD-DULIMBERT Thierry
E-mail : thierry.pougeard-dulibert@cea.fr

CONTEXTE : Les ressources de l'industrie de la simulation sont sans cesse renouvelées et désormais hétérogènes. Elles impliquent de repenser les algorithmes régulièrement et de revoir les implémentations pour tirer partie de toute la puissance disponible. En particulier, il est intéressant de revisiter les méthodes numériques disponibles pour l'hydrodynamique afin d'évaluer leurs performances sur les nouvelles machines.

Dans ce contexte, un code de simulation servant de preuve de concept serait apprécié s'il réussit à la fois à tenir les objectifs numériques tout en améliorant les performances. Le SPH est très bien adapté aux nouvelles ressources et partagent des traits communs avec les méthodes PIC et la dynamique moléculaire, ce qui en fait un bon candidat à explorer. La gageure est de réussir à simuler des instabilités hydrodynamiques comme dans l'article de Price[1] en améliorant les résultats sur les discontinuités de contact.

OBJECTIFS : L'objectif du stage est d'écrire un code de simulation hydrodynamique SPH et de discuter les méthodes numériques pour traiter les discontinuités de contact et/ou d'améliorer les performances en portant tout ou partie du code sur GPU. Le(la) candidat(e) devra donc :

- ✓ implémenter les routines SPH de Price[1] ;
- ✓ automatiser des outils de mesures et de post-traitement en python ;
- ✓ améliorer le traitement du contact et/ou porter le code sur GPU ;
- ✓ présenter une synthèse des travaux réalisés dans un mémoire et lors d'une présentation.

[1] Daniel J. Price, Modelling discontinuities and Kelvin–Helmholtz instabilities in SPH, Journal of Computational Physics, Volume 227, Issue 24, 2008, Pages 10040-10057, ISSN 0021-9991

DUREE : Césure ou 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CONTACT

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

WEENS William
E-mail : william.weens@cea.fr

CONTEXTE : Le CEA Gramat réalise des simulations hautes-performances exécutées sur super-calculateurs. Le développement de logiciels internes est nécessaire pour traiter l'ensemble des données générées. Il peut s'agir de logiciels de post-traitement intensif, d'analyse statistique, d'automatisation de procédures de calcul, de gestion de base de données, etc. Dans ce contexte, le CEA-Gramat est à la recherche d'un profil informatique qui lui permettrait de participer au développement de ces logiciels.

OBJECTIFS : L'objectif de ce stage est de constituer une base de données dite "de non-régression" permettant de visualiser des résultats expérimentaux de référence, de parcourir des résultats de simulation numérique (obtenus avec différentes versions de code ou de modèle matériau utilisateur), et de vérifier de manière automatique qu'un changement de version du code ou qu'une modification du modèle matériau utilisateur ne change pas les résultats obtenus au-delà de critères d'acceptabilité sur des indicateurs d'intérêt prédéfinis.

A partir d'un catalogue d'essais expérimentaux et numériques, l'étudiant(e) aura pour missions :

- de mettre en place une base de données de résultats de calculs (SQL, PostgreSQL, Django) qui servira de base de non-régression ;
- d'automatiser le post-traitement des données afin de pouvoir extraire facilement les indicateurs d'intérêt et les comparer ;
- d'automatiser la mise en place de tests de non-régression ;
- de mettre en place un web-service valorisant la base de données (sélection, visualisation, comparaison de résultats sur la base d'indicateurs d'intérêt).

Les outils développés devront être modulaires et tenteront d'être le plus génériques possible, afin de faciliter leur évolution et leur maintenance à l'avenir. Ils devront également être documentés afin d'assurer le transfert de compétences.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

GERMON Olivier
E-mail : olivier.germon@cea.fr
SOULIGNAC Marion
E-mail : marion.soulinac@cea.fr

CONTEXTE : Lors des calculs hautes performances de mécanique réalisés au CEA, une phase de post-traitement des signaux numériques 1D, 2D et 3D est réalisée. Dans un contexte actuel d'augmentation des méthodes de traitement avec celles provenant des réseaux de neurones, l'évolution des outils de post-traitement est une priorité.

OBJECTIFS : L'exercice est de porter dans l'outil de post-traitement actuel les nouvelles méthodes de traitement, de valider leurs implémentations et les documenter. L'implémentation portera un effort particulier sur la performance afin d'optimiser le traitement de très gros volumes de données.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CONTACT

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

GERMON Olivier
E-mail : olivier.germon@cea.fr

CONTEXTE : Ce stage vise à exploiter les signaux bruts du radiointerféromètre pour déterminer simultanément la vitesse d'un choc et la vitesse matérielle dans des solides inertes ou énergétiques soumis à un choc soutenu. Un modèle de propagation des ondes millimétriques dans un milieu dissipatif présentant deux couches diélectriques séparées par des interfaces en mouvement a été élaboré pour traiter le cas du choc soutenu. Une résolution du problème inverse de ce modèle à deux couches avec pertes a été proposée avec l'apport du deep learning et des réseaux convolutifs, avec des méthodes d'apprentissage basées sur la modélisation des signaux bruts.

Références :

Propagation d'une Onde Millimétrique dans un matériau diélectrique à pertes soumis à un choc soutenu, J. Mapas, H. Aubert, A. Lefrançois, soumis aux XXIIèmes Journées Nationales Microondes, 8-10 juin 2022 – Limoges ;

OBJECTIFS : Plus particulièrement, l'objectif consistera à mettre en œuvre les outils développés pour analyser les signaux expérimentaux, à valoriser le travail d'inversion du modèle de propagation par réseaux de neurones par une publication scientifique, à améliorer l'architecture des réseaux de neurones afin de pouvoir extraire de manière plus précise la vitesse de choc, la vitesse matérielle et l'indice de réfraction choqué du signal rétrodiffusé dans le matériau, et à valoriser la modélisation des phénomènes de transmission et de réflexion d'une onde électromagnétique se propageant dans un matériau soumis à un choc par la rédaction d'une publication scientifique

Le déroulement du stage est de valoriser et d'approfondir, dans un premier temps, la résolution du problème inverse par deep learning pour l'interférométrie radiofréquence, et dans un deuxième temps, de valoriser la modélisation électromagnétique des matériaux sous choc en tenant compte des pertes diélectriques.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

LEFRANÇOIS Alexandre
E-mail : alexandre.lefrancois@cea.fr
BARBARIN Yohan
E-mail : yohan.barbarin@cea.fr

CONTEXTE : Les techniques de « deep learning » connaissent actuellement un vif succès dans le domaine de la reconnaissance d'objet dans des images ou des vidéos. Ces techniques peuvent aussi être utilisées dans le traitement de signaux expérimentaux complexes avec pour but d'alléger les temps de calculs et également gagner en performance. L'objectif de ce sujet de stage ou d'apprentissage est d'utiliser un système de traitement du signal par deep learning développé au CEA-Gramat et d'améliorer sa robustesse et sa fiabilité dans le cadre de traitement de signaux de vitesse par interférométrie. Ce type de mesure est largement déployé au CEA Gramat avec des vitesses pouvant atteindre plusieurs km/s.

OBJECTIFS : Ce travail reprendra un premier travail réalisé récemment au CEA-Gramat. Le(la) candidat(e) continuera à faire évoluer le réseau de neurones développé précédemment en confrontant les résultats de l'IA à des signaux issus d'expérimentations. Il(elle) effectuera une analyse du besoin et des performances requises pour les besoins du CEA-Gramat afin de guider le choix de l'architecture et des algorithmes. Le développement sera réalisé avec le langage de programmation Python. La base de données pour les phases d'apprentissage du réseau de neurones sera fournie et alimentée avec des données expérimentales et théoriques. Le(la) candidat(e) devra proposer des évaluations numériques de la technique et tester le réseau de neurones. Enfin, l'algorithme développé sera comparé à ceux développés dans nos outils classiques de traitement de signaux et l'estimation des incertitudes sur la mesure d'un profil de vitesse sera réalisée. De bons résultats générés durant ce stage pourraient certainement être publiés dans un article scientifique dont le(la) stagiaire serait de fait co-auteur.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

PACCOU Thibaut
E-mail : thibaut.paccou@cea.fr

CONTEXTE : L'unité d'accueil du CEA Le Ripault développe depuis plusieurs années différents codes de calcul qui permettent d'appréhender les phénomènes physiques complexes qui interviennent lorsque les matériaux utilisés par le CEA se retrouvent en régime de fonctionnement. Ces outils de simulation permettent également d'extraire des propriétés matériaux d'intérêt et ainsi aiguiller le choix des composants des matériaux pour l'élaboration. Cette démarche est appliquée pour les transferts thermiques au travers du code de calcul Thermivox qui permet d'étudier la propagation de chaleur au sein de milieux à géométries 3D complexes, en régime stationnaire ou transitoire, et pouvant atteindre des températures élevées (jusqu'à 3000°C).

Le code de calcul Thermivox développé au CEA Le Ripault permet ainsi de simuler les transferts de chaleur par conduction et rayonnement au sein de microstructures numériques 3D. Ces dernières sont, par exemple, des reproductions numériques des microstructures réelles des matériaux du CEA-DAM obtenues par techniques d'imagerie (e. g. microtomographie à rayons X). L'évaluation des températures et des flux au sein de la microstructure se fait en résolvant de manière couplée l'équation de la chaleur et l'équation du transfert radiatif. Bien que le code soit programmé pour fonctionner en parallèle, les simulations restent coûteuses et les besoins en ressources informatiques ainsi que les temps de calculs augmentent rapidement avec la taille des milieux étudiés

OBJECTIFS : L'objectif de cette étude consiste donc à optimiser le code de calcul Thermivox en développant une version à partir de méthodes de programmation plus modernes qui permettront d'augmenter les performances de calcul mais également de faciliter la maintenabilité du code. L'intégration de nouvelles méthodes de résolution numérique et de nouvelles fonctionnalités permettra de mettre à profit les capacités des supercalculateurs du CEA pour réaliser des simulations à des échelles représentatives des matériaux étudiés.

Le stage sera composé des réalisations suivantes :

- Prise en main du code Thermivox,
- Optimisation de la structure du code,
- Mise en place d'un outil de test et d'intégration continue,
- « Benchmark » sur supercalculateurs,
- Rapport de synthèse

DUREE : 5-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/Le Ripault
BP 16 – 37260 Monts, Centre-Val de Loire
E-mail : stage.ripault@cea.fr
Tél : 02-47-34-40-00

CONTACT

CHUPIN Sylvain
E-mail : sylvain.chupin@cea.fr
DAOUT Cyril
E-mail : cyril.daout@cea.fr

CONTEXTE : L'unité d'accueil a en charge l'estimation de la masse de matière nucléaire dans le cadre de la gestion et du contrôle de la matière nucléaire. Dans ce cadre, il s'appuie sur plusieurs méthodes de mesures non destructives déployées sur de nombreux systèmes de mesures. Au final, il arrive que, pour un même échantillon, l'unité d'accueil possède plusieurs résultats de mesures provenant de plusieurs systèmes de mesures. Afin d'améliorer la robustesse et la confiance dans les rendus de résultats, l'unité d'accueil souhaite disposer d'un outil informatique permettant de comparer toutes ces données pour en dégager des tendances.

OBJECTIFS : L'objectif de ce stage est de mettre à disposition un outil informatique permettant de traiter de façon statistique les résultats de mesures. Le stage est structuré de la manière suivante : 1) définir les valeurs à comparer, les outils statistiques à utiliser et les critères de choix ; 2) développer le moyen permettant de récupérer toutes les données ; 3) développer le moyen permettant de comparer toutes les données ; 4) dégager les tendances, les points forts et les axes d'améliorations.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/Valduc
21120 Is-sur-Tille, Bourgogne-Franche-Comté
E-mail : stage.valduc@cea.fr
Tél : 03-80-23-40-00

CONTACT

COLAS Sébastien
E-mail : sebastien.colas@cea.fr

CONTEXTE : L'unité d'accueil est chargée de mener les actions de recherche et développement nécessaires à la réalisation des éléments de cibles destinées aux expérimentations sur le laser Mégajoule (LMJ). Elles mettent en œuvre des matériaux aux propriétés physiques aussi différentes que leur nature (polymères plastiques, métaux) et sont réalisées dans le respect de spécifications dimensionnelles drastiques (quelques micromètres). Parmi ces matériaux certains sont élaborés sous forme sphérique et appelés microballons. Leurs diamètres interne et externe, leur épaisseur, leur sphéricité, leur rugosité de surface sont autant de caractéristiques qu'il est primordial de connaître. L'ensemble des mesures réalisées est en cours d'automatisation. Le sujet de ce projet consiste à la création d'une base de donnée permettant l'automatisation des fiches de résultat associées et de leur exploitation.

OBJECTIFS : Le but de ce projet est de concevoir un démonstrateur technique multi-utilisateurs du système de base de données de caractérisations.

- Créer une base de données avec interface graphique utilisateur permettant la gestion de pièces et des mesures qui y sont associées
 - o Extraire des données venant des moyens de caractérisation, pour l'instant extraction depuis .jpg, .txt, .xls, .png, .tif
 - o Créer des dépendances entre les pièces (relation ensemble/sous-ensemble multi-niveaux)
 - o Lier les références des pièces aux différentes mesures venant des moyens de caractérisation
 - o Lier des paramètres de fabrication à une pièce
 - o Créer des statistiques, des courbes, des prédictions de mesures selon des paramètres d'entrée avec multi-niveaux
 - o Consulter l'historique des mesures en sélectionnant un ou plusieurs paramètres d'entrée
 - o Editer des fiches de résultat provenant des données

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/Valduc
21120 Is-sur-Tille, Bourgogne-Franche-Comté
E-mail : stage.valduc@cea.fr
Tél : 03-80-23-40-00

CONTACT

FRADIN Yoann
E-mail : yoann.fradin@cea.fr

CONTEXTE : Le stage proposé s'inscrit dans le cadre du développement de programmes informatiques au profit du traitement d'images numériques. Ces images constituent le résultat d'expériences de radiographie réalisées au CEA.

OBJECTIFS : Le(la) stagiaire devra réaliser un programme en langage Python permettant de traiter des images numériques.

Le programme, réalisé en langage PYTHON, rassemblera différents outils tels que l'analyse de contour, des rotations, du filtrage et des conversions...

L'organisation, la mise en place du projet et la gestion documentaire associée sont autant de tâches qui relèveront de la mission du(de la) stagiaire.

Celui(elle)-ci sera formé(e) aux méthodes MVC et SOLIDE permettant un codage informatique maintenable et efficace, mais également aux environnements virtuels Python et à la création de fichiers exécutables. Une partie rédactionnelle est attendue à l'issue du stage dont le contenu décrira les différentes réalisations et les modes opératoires retenus.

L'apprentissage de module spécifique Python (pyqtgraph, opencv, scikit-image, scipy, tiffle, Pillow) autour du traitement d'image viendra compléter ses compétences scolaires

DUREE : 4-6 mois

Mathématiques, information
scientifique, logiciel

CENTRE

CEA/Valduc
21120 Is-sur-Tille, Bourgogne-Franche-Comté
E-mail : stage.valduc@cea.fr
Tél : 03-80-23-40-00

CONTACT

OSTROWSKI Pascal
E-mail : pascal.ostrowski@cea.fr
GUYOT Virgile
E-mail : virgile.guyot@cea.fr

MÉCANIQUE ET THERMIQUE

CONTEXTE : Lors d'une rentrée atmosphérique supersonique ou hypersonique, la paroi d'un objet est soumise à un échauffement très intense, du fait de la compression et du frottement de l'air. L'écoulement peut en plus devenir turbulent, au sens où des tourbillons se créent en proche paroi qui augmentent fortement les échanges thermiques entre l'air et la paroi, par rapport à un écoulement sans turbulence (ou laminaire). Le flux thermique turbulent est donc une quantité d'importance pour dimensionner la protection thermique d'un tel objet. Des modèles de turbulence sont donc employés pour simuler ces écoulements, mais les modèles sont généralement adaptés pour des écoulements à vitesse modérée et pour des géométries simples. Nous souhaitons estimer la turbulence induite par un choc détaché au voisinage du point d'arrêt d'un objet hypersonique, de manière à qualifier les modèles de turbulence dans ce régime particulier.

OBJECTIFS : Il s'agit donc en pratique de caractériser la turbulence atmosphérique naturelle, et son évolution au travers d'un choc fort généré par un objet en vol hypersonique. Pour ce faire, des techniques d'analyse existent telles que la LIA (Linear Interaction Analysis), qui décompose la turbulence en différents modes de perturbation analysés via une transformée de Fourier. D'autre part, des simulations peuvent être menées pour tenter de simuler l'interaction choc-turbulence, mais une réflexion sur les échelles de temps et d'espace impliquées doit être menée pour s'assurer de la crédibilité des calculs.

Le stage proposé (M2/BAC+5) consisterait en premier lieu à s'approprier dans le contexte aérodynamique la technique de LIA présentée dans l'article "Interaction of isotropic turbulence with shock waves: effect of shock strength" de Lee et al, J. Fluid. Mech, 1997, en lien avec des collègues turbulenciers du CEA DAM-Île de France qui ont employé ces techniques. D'autre part, on s'essayera à des simulations numériques d'interaction choc turbulence pour approcher au moins qualitativement les résultats de la LIA.

Ce sujet est riche et touche les domaines de la physique, de la modélisation, des mathématiques appliquées et de la simulation. Un profil avec une solide formation en mécanique des fluides et en mathématiques est souhaitable.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CONTACT

CEA/Cesta
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

BRAEUNIG Jean-Philippe
E-mail : jean-philippe.braeunig@cea.fr

CONTEXTE : Les équipements embarqués dans les structures aéronautiques doivent supporter les vibrations de vol. Pour cela, ils sont généralement qualifiés par des expériences vibratoires au sol dans lesquelles l'équipement isolé est encastré sur le vibreur. Le stage se place dans le contexte d'un projet dans lequel il s'agira de mesurer en vol la réponse vibratoire d'un équipement B assemblé à sa structure porteuse A, puis de reproduire au sol, au moyen d'un vibreur sur lequel B (seul) est encastré, les vibrations subies en conditions de vol.

Pour qualifier expérimentalement B seul tout en préservant la cohérence de l'approche « système complet », il est nécessaire de leurrer le sous-ensemble testé, c'est-à-dire d'imposer à B une sollicitation conforme à ce qu'elle aurait été en présence de A. Plusieurs difficultés de pilotage du moyen d'essai se posent alors, elles seront étudiées d'un point de vue théorique et pratique par la réalisation d'expériences vibratoires au cours du stage.

OBJECTIFS : Les objectifs de ce stage sont les suivants :

1. Au moyen d'un système expérimental linéaire modèle (système masse/ressorts) et d'un moyen de forçage léger (Excitateur Electro-Dynamique de faible puissance), tester la faisabilité de la méthode de pilotage aux interfaces décrite dans la partie contexte. Il s'agira en particulier de vérifier si le système de pilotage du vibreur permet une telle application.

2. La robustesse du système de pilotage vis-à-vis d'évolutions de définition du sous-ensemble B testé devra être évaluée. Une telle robustesse du système de pilotage suppose la mise en place d'un processus de contrôle (pouvant aller de la simple boucle PID à l'algorithme « intelligent » de type reinforcement learning).

Le stage comportera ainsi des aspects théoriques (dynamique des structures, traitement du signal) et des aspects expérimentaux avec la réalisation d'expériences vibratoires.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Cesta
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

CONTACT

CLAEYS Maxence
E-mail : maxence.claeys@cea.fr
NADAL Francois
E-mail : francois.nadal@cea.fr

CONTEXTE : Les UHTCMC constituent une nouvelle classe de matériaux issus de l'intégration de matrices céramiques pour ultra-hautes températures (UHTC) et de fibres de carbone ou de carbure de silicium. La valeur ajoutée des UHTCMC réside dans la possibilité de surmonter les problèmes de fragilité et de faible résistance aux chocs thermiques des UHTC ainsi que la faible résistance de la plupart des CMC à l'oxydation. Par conséquent, le développement de nouveaux composites à matrice céramique (CMC) combinant une matrice mécaniquement robuste et résistante à l'oxydation avec un renfort, tel que les fibres de carbone, pourrait ouvrir la voie à une avancée technologique significative.

OBJECTIFS : L'objectif de ce stage est de modéliser par éléments finis (échelles macroscopiques et mésoscopiques) des structures composites stratifiées et caractérisées par des empilements quasi-triviaux, une classe spéciale d'empilements découplés thermomécaniquement. Cette classe de stratifiés, utilisée dans l'équipe de recherche du laboratoire I2M, sera exploitée afin de prendre en compte l'influence des différentes échelles, sur les propriétés mécaniques du composite stratifié. Une campagne expérimentale est également prévue. Une analyse critique du comportement du stratifié ainsi qu'une adaptation des modèles aux spécificités du composite UHTCMC seront réalisées dans une logique de dialogue essais-simulation.

Le stage sera réalisé essentiellement au sein du CEA CESTA et du laboratoire I2M. Des visites ponctuelles auprès de MBDA pourront également être envisagées.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Cesta
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

CONTACT

ESTE Alexia
E-mail : alexia.este@cea.fr
COSCULLUELA Antonio
E-mail : antonio.cosculluela@cea.fr

CONTEXTE : Dans le cadre de ses missions, le CEA s'intéresse à la vulnérabilité de matériaux et d'assemblages face à des sollicitations thermomécaniques intenses (qq GPa) et brèves (< 1 microseconde) comme celles générées dans la chambre d'expérience du Laser Mégajoule (LMJ). Le moyen laser SIHL (Simulateur Impact Hypervélocité par Laser) est en cours d'installation au CESTA, pour étudier le comportement de ces matériaux et de ces assemblages, et préparer les futures expériences LMJ. Un intérêt particulier est porté à la tenue des assemblages de type polymère/céramique. En effet, les méthodes expérimentales classiques ne permettent pas la détermination de la résistance de l'interface.

La technique LASAT (LASer Adhesion Test) a été développée dans le but de tester l'adhérence de structures micro ou millimétriques. Une onde de choc est générée suite à l'interaction d'un faisceau laser avec une couche sacrificielle en aluminium placée sur la face avant de l'assemblage. L'onde se propage ensuite dans toutes les couches et interagit avec les surfaces libres et les interfaces. Il est théoriquement possible de régler les paramètres du laser (intensité, durée, nombre d'impulsion) pour concentrer le chargement au niveau de l'interface.

OBJECTIFS : L'objectif de ce stage est de modéliser les expériences de choc laser et déterminer les impulsions laser nécessaires pour solliciter des interfaces de plusieurs assemblages polymère/céramique. Les codes de calcul développés par le CEA pour représenter les phénomènes d'interaction laser/matière et de propagation d'ondes de choc seront utilisés.

Une étude bibliographique permettra de bien comprendre le fonctionnement des expériences de choc laser et la technique LASAT.

Il faudra ensuite dimensionner les expériences de choc laser pour caractériser la tenue des interfaces entre plusieurs matériaux polymères et céramiques. Nous nous intéresserons en priorité à l'interface entre une résine époxyde et une alumine. La méthode sera ensuite appliquée à d'autres polymères (mousse expansée, élastomère) et céramiques (céramique projetée plasma).

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Cesta
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

CONTACT

MALAISE Frédéric
E-mail : frederic.malaise@cea.fr

CONTEXTE : Dans le cadre de la dynamique des structures, les outils numériques peuvent simuler des structures de plus en plus complexes. Néanmoins les choix de modélisations entraînent des écarts par rapport à la réalité. Les corrélations essais/calculs sont le moyen de quantifier ces écarts. Ce stage consistera à analyser et évaluer des critères de corrélation essai/calcul sur les réponses dynamiques. Cette analyse sera à réaliser sur une structure d'étude le GARTEUR SM-AG 19 (Figure disponible sous : <https://www.sdtools.com/helpcur/start.html>). L'évaluation des critères de corrélation devra être réalisée sur les réponses dynamiques mesurées sur la structure lors d'essais de vibration.

OBJECTIFS : Le stage se déroulera en trois parties et présentera un volet numérique et un volet expérimental, avant l'évaluation des critères de corrélation :

- La première partie du stage consiste à s'approprier un modèle numérique de la structure existante. Elle consistera à effectuer des calculs sur base modale et de simuler des réponses dynamiques avec des excitations multi-axes.
- La deuxième partie du stage est un volet expérimental qui consistera à effectuer des essais d'analyse modale « libre-libre » sur la structure. Cette étape permettra de mesurer des réponses dynamiques sur la maquette avec des excitations en multi points.
- La dernière partie du stage consistera à analyser les écarts entre les résultats de simulations et les données d'essais. Il faudra évaluer des critères de corrélation entre les réponses dynamiques calculées et les mesures obtenues lors de ces essais.

Le(la) stagiaire devra développer ses compétences sur l'analyse numérique et sur la réalisation d'essais d'analyse modale.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/Cesta
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

CONTACT

TODESCHINI Rémy
E-mail : remy.todeschini@cea.fr
VARENNE-PELLEGRINI Marielle
marielle.varenne@cea.fr

CONTEXTE : Pour ses besoins propres, le CEA DAM s'intéresse à l'endommagement et à la rupture de matériaux métalliques sous chargements dynamiques. Une attention spécifique est portée à la modélisation de l'endommagement ductile, caractérisé par la germination de pores, qui croissent par plasticité puis coalescent. Dans les modèles de la littérature, la phase de coalescence est le plus souvent représentée par une modification principalement phénoménologique du modèle de croissance des pores. L'objectif général du stage proposé est d'évaluer la validité de cette approche phénoménologique au travers de simulations directes sur des volumes élémentaires représentatifs (VER) contenant une population de pores.

OBJECTIFS : Après une phase de familiarisation avec le sujet et de prise en main des outils, le cœur du stage sera consacré à la préparation (maillage), réalisation et analyse de simulations éléments finis sur des VER contenant des distributions aléatoires de pores (en adaptant la méthodologie d'une thèse récente du CEA-DAM). Les simulations seront principalement menées avec un logiciel d'éléments finis, en utilisant les moyens de calcul haute performance du CEA.

On comparera les résultats de simulations complètes de rupture ductile et de simulations en élasticité pure, afin de corréliser la dégradation des propriétés élastiques (liée à un phénomène de percolation) et l'endommagement ductile. L'objectif est de déterminer, grâce aux simulations sur VER, une expression de porosité effective permettant de représenter de façon plus réaliste qu'actuellement la coalescence dans les modèles de rupture ductile. Les simulations seront répétées sur un grand nombre de tirages de populations de pores, afin d'étudier la dispersion statistique des propriétés de coalescence.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

CADET Clément
E-mail : clement.cadet@cea.fr

CONTEXTE : Dans le cadre de ses activités pour la Défense, le CEA-Gramat développe des outils de modélisation pour évaluer la vulnérabilité d'infrastructures en béton armé aux impacts et explosions. La compréhension des mécanismes de dégradation du béton à des niveaux de chargements extrêmes est donc d'importance majeure.

La modélisation à l'échelle mésoscopique des bétons permet de mieux comprendre certains phénomènes observés expérimentalement mais difficilement reproductibles par les modèles macroscopiques : endommagement, fissuration, rupture, délaminage, dilatance, ... De plus la capacité à générer un béton totalement « numérique » permet de s'affranchir de nombreux essais nécessaires aux études paramétriques sur l'influence de ses composants, et, à terme, de disposer d'un moyen d'optimisation de ses propriétés mécaniques.

OBJECTIFS : L'objectif du stage est de poursuivre le développement et la validation de modèles mésoscopiques de bétons.

Cette étude fait appel à des outils numériques de traitement d'images issues de microtomographies X, de construction d'interfaces entre les différents composants (pâte cimentaire, granulats et éventuellement fibres de renfort) et de maillage. Elle requiert également la caractérisation et la modélisation du comportement mécanique des différents constituants et de leurs interfaces. Enfin, elle implique la réalisation de simulations numériques pour évaluer la capacité des modèles développés à reproduire un corpus d'essais couvrant des larges gammes de vitesses de chargements, types et niveaux de sollicitations.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

ARLERY Magali
E-mail : magali.arlery@cea.fr
GREIN Clément
E-mail : clement.grein@cea.fr

CONTEXTE : La vulnérabilité des infrastructures aux agressions générées par une charge militaire est un sujet de recherche majeur du CEA/Gramat. La plateforme de simulation Pléiades met en œuvre des algorithmes permettant d'évaluer la capacité d'une charge militaire à perforer une paroi durcie puis à délivrer des effets de souffle et d'éclats sur une cible. Les travaux proposés s'inscrivent dans une démarche d'amélioration continue de la précision des outils de simulation.

OBJECTIFS : Le(la) stagiaire aura pour mission de développer un outil permettant de statuer sur un risque de destruction d'un projectile au cours de la perforation d'une cible en béton à hautes performances (BHP).

Dans un premier temps, le(la) stagiaire bénéficiera d'une formation au logiciel éléments finis (EF) Abaqus et se familiarisera avec les problématiques liées à la modélisation du béton et de l'acier.

Par la suite, le(la) stagiaire développera des modèles de simulation d'impact de projectile face à une cible en béton. Il(elle) mettra à profit une base de données expérimentales afin de valider les modèles réalisés.

Ensuite, l'exploitation des modèles de simulation (EF) préalablement validés permettra d'analyser les contraintes vues par le projectile au cours de la perforation d'une cible. Cette analyse conduira au développement d'un modèle analytique ou EF très simplifié pour déterminer l'état d'un projectile post perforation.

Enfin, ce modèle analytique sera déployé dans les outils internes du CEA Gramat.

Au cours de son stage, le(la) stagiaire développera les compétences suivantes :

- Simulation numérique en dynamique rapide
- Modélisation de la perforation
- Logiciel Abaqus/explicit
- Programmation Python

DUREE : 5-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

BOURIQUET Damien
E-mail : damien.bouriquet@cea.fr
GREIN Clément
E-mail : clement.grein@cea.fr

CONTEXTE : Depuis quelques années, le molybdène est utilisé pour plusieurs applications dynamiques, notamment dans le domaine de la défense, impliquant de fortes sollicitations mécaniques (grandes vitesses de déformation, grandes déformations, fortes pressions, ...). Pour autant, ce matériau a été caractérisé essentiellement en quasi-statique ou à des pressions extrêmes pour des besoins en planétologie, par exemple.

Les chocs laser, comparés à d'autres sources de sollicitations dynamiques (impacts, explosifs, ...), bénéficient de plusieurs avantages. Ils permettent de couvrir un large spectre de sollicitations - en faisant varier l'intensité, la taille et la durée du pulse laser - , d'étudier la réponse élasto-plastique du matériau, et de réaliser des analyses post-mortem facilitées par la capacité de récupération des échantillons offerte par ce dispositif.

OBJECTIFS : En collaboration avec l'ISAE-ENSMA à Poitiers, ce travail de stage essentiellement numérique sera consacré à :

- l'analyse, avec les modèles de comportement disponibles, de la réponse thermomécanique du molybdène aux chargements dynamiques considérés,
- l'étude de différentes configurations expérimentales possibles sous choc laser et leur apport sur la connaissance du comportement du molybdène,
- l'optimisation de configurations expérimentales de choc laser permettant des similitudes avec les configurations d'intérêt envisagées.

DUREE : 5-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

EL MAI Skander
E-mail : skander.elmai@cea.fr

CONTEXTE : La préparation d'études expérimentales de projectiles rapides nécessite une évaluation de gabarits de sécurité. En particulier, celui relatif au risque de ricochet est le plus dimensionnant. En effet, le risque de ricochet, avec les hypothèses considérées actuellement, est le risque qui engendre les plus grands gabarits de zone de danger. Une compréhension plus fine des mécanismes en jeu dans les ricochets devrait donc permettre de mieux déterminer les zones de danger lié à ce risque spécifique. Cette étude sera réalisée en collaboration avec le centre DGA-Techniques Terrestres (Bourges) pour lequel ce risque est un enjeu primordial pour leurs essais.

OBJECTIFS : Le(la) stagiaire aura pour mission :

- de réaliser une étude bibliographique sur les modèles de ricochet existants dans la littérature ouverte,
- d'analyser et de comparer les modèles les plus aboutis,
- d'évaluer les capacités de simulation du ricochet avec les codes de calcul (Abaqus, IMPETUS, HERA-C, ...) et les modèles de comportement disponibles au CEA-Gramat en s'appuyant sur les données expérimentales existantes.

DUREE : 5-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

EL MAI Skander
E-mail : skander.elmai@cea.fr
ARCHAMBAUD Cédric
E-mail : cédric.archambaud@cea.fr

CONTEXTE : Le CEA dispose de moyens d'exception dans le domaine de la simulation numérique des ondes de chocs. Ces méthodes permettent la prédiction avec une grande précision des phénomènes dynamiques de souffle à l'aide de cluster de calcul performant. Afin de préparer ces calculs, des méthodes d'estimation rapide des effets de souffle sont utilisées. C'est dans ces dernières que s'inscrit ce stage.

OBJECTIFS : L'objet de ce stage est de développer une méthode de calcul rapide basée sur la méthode des singularités aérodynamiques afin de permettre le pré-dimensionnement. Cette méthode rapide sera validée par des calculs hautes performances.

La méthode des singularités aérodynamiques est une méthode approximant bien le comportement d'une onde de choc aérienne pour les basses vitesses, l'idée est de l'appliquer par partie dans ses domaines de validité.

Le déroulement du projet sera progressif, commençant par un calcul de vent simple et complexifiant jusqu'au calcul d'explosion aérienne avec de multiples réflexions.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

GERMON Olivier
E-mail : olivier.germon@cea.fr
CONAN Marine
E-mail : marine.conan@cea.fr

CONTEXTE : Le CEA dispose de calculateurs scientifiques Haute performance de classe mondiale lui permettant de disposer d'une expertise dans l'analyse de grandes quantités de données (Big DATA)

OBJECTIFS : L'objet de ce stage est de participer au développement d'un outil de traitement de données performant, didactique et accessible aux non initiés du traitement Big Data.

L'outil, basé sur l'environnement Eclipse E4 RCP, permet à l'utilisateur de spécifier ses besoins via une grammaire développée avec le langage Xtext.

Une fois ses besoins spécifiés, un ensemble de fonctionnalités y répondant lui est proposé de manière dynamique (Ex : graphique, gestion de base de données, calcul parallèle à la volée ou sur cluster).

Les actions attendues sont des développements de nouvelles features et des évolutions pourtant autant sur la grammaire que sur l'UI, les procédures à la volée ou en cluster.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

GERMON Olivier
E-mail : olivier.germon@cea.fr
CONAN Marine
E-mail : marine.conan@cea.fr

CONTEXTE : Dans le cadre de ses activités pour la Défense, le CEA-Gramat développe des outils de modélisation pour évaluer la vulnérabilité d'infrastructures en béton armé aux impacts et explosions. A ces niveaux de chargements extrêmes, la résistance du béton en compression simple fck n'a plus d'influence, contrairement à ce qui est communément admis pour des chargements usuels. Le béton a alors un comportement de type empilement granulaire non-cohésif qui dépend de la quantité d'eau libre qu'il contient et de la nature de ses constituants (ciments, sables et graviers).

Il est donc important d'identifier les paramètres physiques et chimiques des constituants qui ont le plus d'influence sur le comportement du béton sous chargement extrême.

OBJECTIFS : L'objectif du stage est d'établir différentes formulations de béton de classe 40 MPa, puis d'en caractériser la réponse mécanique par des essais de compression simple.

- une étude bibliographique visant à définir les paramètres physiques et chimiques caractéristiques des ciments, sables et graviers sera d'abord conduite.
- il s'agira ensuite d'établir différentes formulations de bétons, en faisant varier la nature de chacun de ces constituants et en visant une résistance à la compression simple à 28 jours proche de 40 MPa.
- enfin, des essais de compression simple jusqu'à rupture sur éprouvettes cylindriques seront réalisés afin de mesurer l'évolution des contraintes et déformations axiales, de vérifier que la résistance maximale atteinte est proche de 40 MPa et de comparer les faciès de rupture obtenus.

DUREE : 2-3 mois

POURSUITE EN THESE :

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

GREIN Clément
E-mail : clement.grein@cea.fr
SOULIGNAC Marion
E-mail : marion.soulinac@cea.fr

CONTEXTE : La vulnérabilité des infrastructures aux agressions générées par une charge militaire est un sujet de recherche majeur du CEA/Gramat. La plateforme de simulation Pléiades met en œuvre des algorithmes permettant d'évaluer la capacité d'une charge militaire à perforer une paroi durcie puis à délivrer des effets de souffle et d'éclats sur une cible. Les travaux proposés s'inscrivent dans une démarche d'amélioration continue de la précision des outils de simulation..

OBJECTIFS : Le(la) stagiaire exploitera une base de données expérimentales d'impacts de projectiles métalliques sur des cibles minces. Il(elle) aura pour mission d'affiner la modélisation analytique permettant de restituer ces essais tout en tenant compte des incertitudes associées, notamment au moyen de la statistique bayésienne. Ses travaux devront l'amener à proposer une extension des capacités du code technico-opérationnel Pléiades pour la simulation de l'effet d'impacts, sur différentes cibles, d'éclats de charges militaires.

Lors du stage, le(la) candidat(e) retenu(e) s'attachera d'abord à mener une étude bibliographique sur les modèles de perforation analytiques et empiriques applicables aux fragments et aux balles. Il(elle) établira un comparatif unitaire des divers modèles en termes de vitesse limite balistique et de vitesse post perforation et identifiera les limites d'applicabilité en termes de matériaux projectile et de vitesse d'impact. Le(la) stagiaire sera amené(e) à étudier par la simulation l'effet d'impacts, sur des cibles métalliques, d'éclats issus de la fragmentation d'enveloppes de charges militaires. Pour cela, il(elle) utilisera le code technico-opérationnel Pléiades. Puis, il(elle) exploitera une base de données expérimentales qui lui permettra d'affiner la modélisation, notamment grâce à une approche statistique, et d'augmenter le nombre de matériaux disponibles pour la simulation numérique aux éléments finis. Le code de calcul utilisé pourra être ABAQUS ou LS-DYNA. Le cas complexe des cibles multicouches pourra aussi être abordé en fonction de l'avancement du stage.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

LEROY Ewan
E-mail : ewan.leroy@cea.fr
SEISSON Gabriel
E-mail : gabriel.seisson@cea.fr

CONTEXTE : La résistance des infrastructures et des véhicules aux agressions par une gerbe d'éclats issue de la fragmentation d'un corps de bombe est un sujet de recherche majeur du CEA/Gramat. La plateforme de simulation Pléiades met en œuvre des algorithmes permettant d'évaluer les effets de ces éclats sur une cible. Les travaux proposés s'inscrivent dans une démarche amont d'amélioration de la compréhension du phénomène de fragmentation et des paramètres qui le gouvernent.

OBJECTIFS : Lors du stage, le(la) candidat(e) retenu(e) devra d'abord mener une étude bibliographique sur le phénomène de fragmentation des enveloppes métalliques et sur les moyens de le simuler, tant expérimentalement que numériquement. Il(elle) s'attachera ensuite à reproduire, par la simulation numérique, les grandes tendances observées lors d'expériences d'expansion de feuilles métalliques (aluminium, cuivre, fer, etc.) soumises à des chocs lasers ayant conduit à l'apparition d'instabilités plastiques, voire à la génération de fragments. Pour cela, des analyses post-mortem des échantillons pourront être réalisées afin de caractériser quantitativement les localisations plastiques (par ex. densité, longueur, profondeur, orientation, etc.) Les résultats obtenus aideront à définir les grandes orientations d'une thèse de doctorat combinant approches expérimentales et numériques qui fera suite à ce stage.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

SEISSON Gabriel
E-mail : gabriel.seisson@cea.fr

CONTEXTE : Dans le cadre de ses activités pour la Défense, le CEA-Gramat développe des outils de modélisation pour évaluer la vulnérabilité d'infrastructures en béton armé aux impacts et explosions. En particulier, il améliore continuellement un modèle de comportement mécanique du béton qui inclut des mécanismes d'endommagement distincts en traction ou en compression, ainsi que des effets de compaction, de cisaillement et de présence d'eau dans les porosités ouvertes. Des essais sur éprouvettes soumises à des sollicitations dynamiques et/ou très fortes contraintes, ainsi que des essais d'impacts de pénétrateurs balistiques ou d'explosion proches de structures, sont réalisés pour valider ses modèles et outils.

OBJECTIFS : L'objectif du stage est de poursuivre le développement et la validation du modèle de comportement mécanique des bétons développé par le CEA-Gramat.

Cette étude fait appel à des outils de simulation numérique par éléments finis (ABAQUS, LS-DYNA ou autre). Elle consiste à évaluer la capacité du modèle de comportement mécanique des bétons à reproduire un corpus d'essais réalisés à l'échelle d'une éprouvette (presses uniaxiale et triaxiale, barres d'Hopkinson, lanceurs, ...) ou à l'échelle d'une structures (impacts de pénétrateurs balistiques, explosions proches de dalles ou poutres). Elle implique également une analyse des écarts éventuellement relevés entre résultats expérimentaux et numériques, pouvant aboutir sur des propositions d'évolution du modèle de comportement mécanique des bétons.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

SOULIGNAC Marion
E-mail : marion.soulinac@cea.fr
ARLERY Magali
E-mail : magali.arlery@cea.fr

CONTEXTE : L'unité d'accueil réalise des essais abusifs sur batteries lithium-ion destinées principalement à l'industrie automobile, maritime ou à l'aérospatiale. Ces essais consistent à exercer des agressions électriques, thermiques ou mécaniques pour tester le comportement et quantifier la réactivité des batteries. Ces études contribuent à l'amélioration de la sécurité des batteries lithium-ion, technologie privilégiée comme solution de mobilité pour réduire les émissions de CO2.

OBJECTIFS : L'unité d'accueil vient de s'équiper d'une nouvelle plateforme d'essai avec une catapulte capable d'impacter les batteries avec des masses de plusieurs kg jusqu'à 200km/h pour simuler un choc mécanique. Cet équipement unique est équipé de multiples moyens de caractérisations (caméra rapide, accéléromètre, capteur de déformation). Au sein l'équipe, le(la) candidat(e) sera dans une premier formé(e) aux essais abusifs. Il(elle) participera au montage, à la réalisation et aux dépouillements des acquisitions. Il(elle) prendra ensuite en charge les essais de mise au point de la catapulte : abaques de puissances, optimisation de la caméra rapide, montée progressive en puissances sur les batteries. Il(elle) proposera des solutions pour la mise au point des essais et l'inertage des batteries. Enfin, il(elle) assurera l'interface avec les entreprises extérieures parties prenantes.

DUREE : 5-6 mois

CENTRE

CEA/Le Ripault
BP 16 – 37260 Monts, Centre-Val de Loire
E-mail : stage.ripault@cea.fr
Tél : 02-47-34-40-00

CONTACT

DUBOURG Sébastien
E-mail : sebastien.dubourg@cea.fr

CONTEXTE : Les matériaux composites stratifiés sont sujets au délaminage. La prise en compte de ce phénomène lors d'un calcul par éléments finis demande la connaissance des paramètres énergétiques pendant le délaminage, c'est-à-dire la ténacité en fonction du mode d'ouverture (mode I ou II essentiellement).

OBJECTIFS : Ce stage consistera à réaliser des expériences sur éprouvettes pré-entallées. Ces expériences seront de type DCB (Double Cantilever Beam) pour l'ouverture en mode I ou ENF (End Notched Flexure) pour le mode II. Ces essais seront instrumentés par microscopie optique et émission acoustique. Les paramètres énergétiques déduits de ces essais seront injectés dans un modèle de zone cohésive traité par le code éléments finis Z-Set. La cohérence entre résultats obtenus et la modélisation sera étudiée en fin de stage.

Le(la) stagiaire réalisera les essais DCB et ENF avec l'instrumentation associée. Il(elle) analysera les résultats à l'aide de scripts Python déjà écrits et à compléter. Les paramètres calculés seront entrés dans un calcul éléments finis mettant en jeu des zones cohésives dont la formulation exacte restera à choisir. L'un des critères de choix sera la capacité du modèle à reproduire les expériences menées.

DUREE : 5-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Le Ripault
BP 16 – 37260 Monts, Centre-Val de Loire
E-mail : stage.ripault@cea.fr
Tél : 02-47-34-40-00

CONTACT

GUILLET François
E-mail : francois.guillet@cea.fr

CONTEXTE : Un matériau énergétique libère l'énergie stockée sous forme chimique en un temps court. Elle peut servir à chauffer le réservoir qui contient le matériau ou fournir un travail mécanique (airbag, propulsion des lanceurs). Pour s'assurer que cette énergie n'est pas libérée malencontreusement, il faut que les conditions de vie accidentelles (manutention, transport) n'affectent pas l'intégrité du réservoir. Nous nous plaçons ici dans le cas des impacts.

Des essais rapportés dans la littérature montrent que l'impact d'un projectile sur un réservoir en acier peut mener à une réaction violente. La chaleur nécessaire à cette initiation provient soit de l'échauffement par déformation des matériaux constituant le réservoir, soit du frottement entre le projectile et le réservoir.

OBJECTIFS : L'objectif du stage est d'étudier l'influence des matériaux constituant les réservoirs et les projectiles sur l'initiation pyrotechnique des matériaux énergétiques.

Déroulement du stage :

L'étude se décomposera en plusieurs phases :

- Bilan des essais d'impact montrant la sensibilité des matériaux énergétiques à la chaleur produite par la déformation du réservoir ou par frottement réservoir/projectile.
- Implémentation des lois de comportement de deux métaux (l'un à rupture ductile, l'autre à rupture fragile) et du PMMA dans le code aux éléments finis ABAQUS avec calcul de échauffement par déformation plastique.
- Prise en compte de l'échauffement par frottement projectile/réservoir.
- Simulations d'impacts.
- Préconisations pour le développement des futurs réservoirs.

Intérêt pour le(la) stagiaire :

Les calculs seront réalisés avec le code aux éléments finis ABAQUS et ses solveurs lagrangien et/ou eulérien. Les calculs seront effectués avec remaillage adaptatif pour prévenir toute distorsion anormale du maillage initial. Cette étude permettra au(à la) stagiaire d'accroître ses connaissances dans les domaines suivants :

- calculs en dynamique rapide,
- comportement mécanique dynamique avancé (grandes transformations, adoucissement, rupture) des matériaux métalliques et des matériaux granulaires,
- gestion des contacts dans un calculs aux éléments finis,
- méthodes numériques avancées et couplage de codes de calculs,
- simulation avec couplage multi-physiques.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CONTACT

CEA/Le Ripault

BP 16 – 37260 Monts, Centre-Val de Loire

E-mail : stage.ripault@cea.fr

Tél : 02-47-34-40-00

PICART DIDIER

E-mail : didier.picart@cea.fr

CONTEXTE : Un matériau « énergétique » libère l'énergie stockée sous forme chimique en un temps court. Cette énergie peut servir à chauffer le réservoir ou pour fournir un travail mécanique (airbag, propulsion des lanceurs, explosifs). Pour s'assurer que cette énergie n'est libérée pas libérée malencontreusement, il faut que les conditions de vie accidentelles des réservoirs (assemblage, manutention, transport, chute, choc...) n'affectent pas l'intégrité du montage. Nous nous plaçons ici dans le cas des impacts.

Par le passé, la sécurité d'un réservoir soumis à un impact était évaluée par des essais dit « sévrisés ». L'énergie cinétique du projectile était multipliée par un facteur.

Récemment, la modélisation du processus d'initiation des réactions pyrotechniques a permis de proposer un modèle analytique simple réduisant les essais à effectuer. Le CEA cherche à évaluer numériquement la validité de ce modèle.

OBJECTIFS : L'objectif du stage est de comparer la réponse d'un modèle analytique simple aux simulations numériques par éléments finis de plusieurs configurations d'impact. Cette étude permettra de valider (ou non) le modèle analytique.

Déroulement du stage :

L'étude se décomposera en plusieurs phases :

- Formation et compréhension des mécanismes à l'œuvre lors de l'impact de réservoirs contenant un matériau énergétique. Notamment, lien entre le dépôt d'énergie mécanique lors de l'impact et l'échauffement par déformation du matériau énergétique. Prise en main du modèle analytique simple utilisé pour sévriser les essais.
- Simulation de plusieurs impacts à l'aide du code aux éléments finis ABAQUS et des outils développés par le CEA.
- Etude comparative des réponses analytique et numérique.
- Proposition d'évolution du modèle analytique.

Intérêt pour le(la) stagiaire :

Les calculs seront réalisés avec le code aux éléments finis ABAQUS et ses solveurs lagrangien et/ou eulérien. Les calculs seront effectués avec remaillage adaptatif pour prévenir toute distorsion anormale du maillage initial. Cette étude permettra au(à la) stagiaire d'accroître ses connaissances dans les domaines suivants :

- essais d'impact en lien avec l'équipe expérimentale,
- calculs en dynamique rapide,
- comportement mécanique dynamique avancé des matériaux métalliques et des matériaux granulaires,
- méthodes numériques avancées et couplage de codes de calculs,
- simulation avec couplage multi-physiques.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CONTACT

CEA/Le Ripault
BP 16 – 37260 Monts, Centre-Val de Loire
E-mail : stage.ripault@cea.fr
Tél : 02-47-34-40-00

PICART DIDIER
E-mail : didier.picart@cea.fr

CONTEXTE : L'emploi de matériaux dans des applications impliquant des sollicitations mécaniques à des températures élevées nécessite la connaissance fine de leur comportement thermomécanique. Cela passe par des caractérisations mécaniques d'éprouvettes portées en température : depuis les géométries les plus simples jusqu'aux singularités présentes dans l'objet d'application. Pour cela, un moyen d'essais thermomécaniques constitué de deux fours et d'un bâti mécanique a été acheté par l'unité dans lequel se déroulera le stage.

OBJECTIFS : Lors de ce stage, les tâches et objectifs seront les suivants :

- La prise en main du moyen thermomécanique et des logiciels de pilotage et d'acquisition ;
- La réalisation d'essais de cyclage thermique jusqu'à 1400 °C sous air et sous gaz neutre afin d'effectuer des cartographies thermiques des deux fours ;
- La réalisation d'essais mécaniques en température sur éprouvettes de traction et de flexion ;
- La rédaction d'un rapport synthétisant les études menées.

DUREE : 2-3 mois

CENTRE

CEA/Le Ripault
BP 16 – 37260 Monts, Centre-Val de Loire
E-mail : stage.ripault@cea.fr
Tél : 02-47-34-40-00

CONTACT

PIQUET Charlotte
E-mail : charlotte.piquet@cea.fr

CONTEXTE : Les matériaux composites constituant les corps de rentrée atmosphérique doivent résister à des niveaux de température élevés. Leurs propriétés thermomécaniques intrinsèques et leur comportement sont généralement obtenus à partir d'échantillons plans. Cela n'est cependant pas suffisant pour prédire leur comportement une fois mis en forme dans des géométries plus complexes. Il est nécessaire de caractériser des éprouvettes de plus grande taille, représentant par exemple des singularités structurales de l'objet final, permettant ainsi d'étudier leur comportement pour évaluer leur seuil d'endommagement sous déformation imposée et en température. A cette fin, un banc d'essai mécanique a été développé et instrumenté de différents diagnostics (jauges de déformation, corrélation d'images numériques). Pour compléter les diagnostics existants, l'intégration d'un dispositif de Contrôle Non Destructif (CND) basé sur l'utilisation d'une caméra infrarouge est souhaité et fait l'objet de ce stage.

OBJECTIFS : Les objectifs du stage sont les suivants :

- Prise en main du dispositif de thermographie infrarouge par la recherche de défauts (type délaminage et macroporosité) dans des milieux composites et des milieux réfractaires (fibres, alvéolaires). Cela permettra au(à la) stagiaire de s'approprier le matériel (caméra infrarouge et système de chauffage périodique), le système d'acquisition et de traitement des données et de commencer à évaluer les capacités du dispositif et ses limites.
- Intégration du dispositif dans le moyen de test mécanique : des premiers tests à température ambiante seront menés pour évaluer la possibilité de détecter au cours de l'essai mécanique, l'endommagement des matériaux, au travers du contraste thermique induit, lorsqu'une déformation leur est imposée. Les essais mécaniques seront effectués avec un technicien du laboratoire.
- Participation à une première campagne d'essais (toujours en binôme) pour suivre l'évolution de la température d'une éprouvette au cours d'une montée en température et évaluer la possibilité de détecter son endommagement au cours de l'essai mécanique en température.
- Rédaction d'un rapport synthétisant l'étude menée.

DUREE : Césure ou 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/Le Ripault
BP 16 – 37260 Monts, Centre-Val de Loire
E-mail : stage.ripault@cea.fr
Tél : 02-47-34-40-00

CONTACT

ROCHAIS Denis
E-mail : denis.rochais@cea.fr
PIQUET Charlotte
E-mail : charlotte.piquet@cea.fr

CONTEXTE : Ce projet participe à l'amélioration du référentiel Transport du centre de Valduc. Au sein de l'équipe, le(la) candidat(e) sera amené(e) à acquérir les principales connaissances relatives à la confection de colis de matières radioactives.

Dans ce cadre, il(elle) aura pour mission de réaliser la mise à jour des plans de fabrication des emballages de transport, la conception, les plans d'études et les plans de fabrication d'outillages spécifiques ou maquettes dédiés aux emballages.

OBJECTIFS : Pour cela, il(elle) assurera notamment les missions principales suivantes :

- Réaliser et/ou modifier des plans de conception, fabrication ;
- Assurer les calculs (structures, ...) nécessaires à l'optimisation des solutions retenues ;
- Participer à l'amélioration continue des méthodes et des outils ;
- Être garant de la maintenance des dossiers de définition technique des produits et les nomenclatures (modèles 3D, plans 2D, spécifications techniques) ;
- Définir et suivre les spécifications de contrôle de la qualité des composants, les plans de qualification et de vérification en collaboration avec les Ingénieurs ;
- Définir et garantir les conditions fonctionnelles du produit par l'analyse des chaînes de côtes et le dimensionnement des composants
- Programmer des outils informatiques pour l'unité du centre en charge du transport.

DUREE : 5-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/Valduc
21120 Is-sur-Tille, Bourgogne-Franche-Comté
E-mail : stage.valduc@cea.fr
Tél : 03-80-23-40-00

CONTACT

MOLL Géraldine
E-mail : geraldine.moll@cea.fr
BRIERE Geoffrey
E-mail : geoffrey.briere@cea.fr

MOYENS GÉNÉRAUX ET INSTALLATIONS

CONTEXTE : Dans le cadre de la mise en place de nouveaux moyens expérimentaux de caractérisation de matériaux sous sollicitation dynamique, le CEA Gramat a besoin de définir un protocole pour la préparation des échantillons à tester. Pour cela, le CEA Gramat a besoin de définir une méthodologie permettant de mettre en contact des matériaux courbes sur des électrodes. Il s'agira alors de s'assurer de la bonne tenue mécanique de l'ensemble et de favoriser la transmission de la sollicitation du matériau testé à travers l'interface.

Le stage se déroulera dans une unité en charge de la caractérisation de matériaux sous sollicitations dynamiques mettant en œuvre des expériences de choc mais aussi de compression rapide. Le (la) stagiaire devra collaborer entre les ingénieurs en charge de la conception expérimentale et aussi avec les techniciens en charge de la mise en œuvre du moyen.

OBJECTIFS : Il va s'agir de définir un protocole expérimental pour fixer les échantillons courbes de manière reproductible sur des électrodes courbes. Il sera nécessaire de déterminer la substance la plus adaptée pour fixer les divers échantillons d'intérêt (colle, graisse, etc.) sur des configurations représentatives des conditions expérimentales. Par la suite, une caractérisation du contact sera nécessaire afin de déterminer ses spécificités (épaisseur, porosité, tenue mécanique) via des méthodes de mesure adaptées. Diverses natures d'échantillons (métaux, polymères, céramiques, composites) seront à étudier afin de s'assurer de l'applicabilité du protocole de préparation. Si nécessaire, un travail de conception en collaboration avec le bureau d'études pourra être envisagé pour concevoir des pièces facilitant l'assemblage des divers éléments. Un mode opératoire devra être rédigé à destination des opérateurs afin de décrire les différentes étapes clefs de l'assemblage et les points de vigilance à observer.

DUREE : 2-3 mois

Moyens généraux et installations

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

PALMA DE BARROS David
E-mail : david.palma-de-barros@cea.fr
CHAUVIN Camille
E-mail : camille.chauvin@cea.fr

CONTEXTE : Les installations existantes de gestion des déchets du Centre CEA Valduc font l'objet de nombreuses améliorations afin de renforcer la sûreté globale dans le cadre d'un Programme d'Amélioration de Sûreté Sécurité (PASS). Dans ce cadre, de nombreux travaux portant sur des domaines aussi variés que celui de l'électricité, de la protection vis-à-vis du risque incendie ou de la métallerie des procédés sont à réaliser. Après avoir identifié les sous-traitants aux compétences spécifiques, la réalisation de ces travaux doit être menée dans les objectifs de coûts, délais et performances fixés par le PASS.

OBJECTIFS : Encadré par l'Ingénieur Projet chargé du pilotage de Programme d'Amélioration de la sûreté sécurité d'une installation nucléaire et par le Chef d'Installation, l'étudiant(e) devra participer à la rédaction de cahiers des charges spécifiant les besoins en matière de travaux à réaliser, suivre leur mise en oeuvre au travers de réunions de chantier in situ et valider leur conformité lors des différentes jalons à franchir.

DUREE : Césure ou 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

Moyens généraux et installations

CENTRE

CEA/Valduc
21120 Is-sur-Tille, Bourgogne-Franche-Comté
E-mail : stage.valduc@cea.fr
Tél : 03-80-23-40-00

CONTACT

MANIN François
E-mail : francois.manin@cea.fr
DOUCHE Christophe
E-mail : christophe.douche@cea.fr

NEUTRONIQUE ET PHYSIQUE DES RÉACTEURS

CONTEXTE : L'unité d'accueil dispose de deux accélérateurs électrostatiques, un Van de Graaff 4MV et un tandem pelletron 7MV, notamment pour la production de champ de neutrons.

Ce type d'irradiation nécessite la connaissance précise des flux de neutrons produits, lesquels sont mesurés au moyen de moniteurs de neutrons spécifiques dont des scintillateurs. La récente mise en service d'une cible gazeuse de deutérium auprès du tandem permet de produire des flux intenses de neutrons. Le moniteur de neutrons utilisé étant non blindé nécessite pour sa mise en oeuvre l'utilisation d'un cône d'ombre afin de quantifier la part des neutrons rétrodiffusés par les éléments de structure de l'aire expérimentale (sol, mur, ...) parvenant in fine au détecteur. Une réponse possible pour optimiser la mesure et de s'affranchir des neutrons diffusés consiste en la conception d'un blindage spécifique au moniteur de neutrons, objet du stage proposé.

OBJECTIFS : Dans le cadre de ce stage, il s'agira de concevoir, par l'outil de simulation MCNP, le système de blindage adapté au moniteur de neutrons utilisé pour la mesure des flux de neutrons.

Un travail bibliographique sera dans un premier temps réalisé afin d'identifier les éléments clefs permettant d'appréhender la problématique notamment dans les choix des matériaux et de la géométrie adaptés au blindage.

Dans un second temps, la phase de simulation pourra être entreprise à commencer par les modélisations géométriques du détecteur, du terme source de neutrons, de la salle expérimentale, et du blindage à concevoir.

L'optimisation du blindage se fera en particulier d'une part en maximisant son efficacité de protection vis-à-vis des neutrons rétrodiffusés et d'autre part en minimisant les effets du blindage lui-même sur le spectre en énergie des neutrons parvenant au détecteur (distorsion de spectre). A l'issue de ce stage, l'étude devra avoir convergé vers une géométrie de blindage.

En fonction de l'avancement du stage, un volet d'étude de cône d'ombre adapté au moniteur de neutrons, pourra être également envisagé pour compléter cette thématique monitoring.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CONTACT

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

VARIGNON Cyril
E-mail : cyril.varignon@cea.fr

OPTIQUE ET OPTRONIQUE

CONTEXTE : Le Laser Mégajoule (LMJ) est une grande installation de physique actuellement en exploitation au CEA/CESTA.. Les très grands lasers de puissance comme le Laser Mégajoule (LMJ) ou PETAL sont constitués d'un système laser appelé "pilote" chargé de créer et mettre en forme des impulsions qui sont ensuite amplifiées pour atteindre une énergie de l'ordre de la dizaine de kilojoules. Le pilote, composé d'une source et d'un pré-amplificateur, a un rôle primordial car c'est à son niveau que toutes les caractéristiques du faisceau laser sont produites (longueur d'onde, spectre, profil spatial et temporel).

L'unité d'accueil est garante des performances de ces pilotes que ce soit dans le domaine nanoseconde pour LMJ ou Sub picoseconde pour PETAL.

OBJECTIFS : Intégré(e) au sein d'une équipe spécialiste des pilotes LMJ et PETAL, vous participerez au développement des nouveaux étages de pré amplification laser. Vous serez amené(e) à faire évoluer et qualifier des sous-ensembles de ces pilotes. Il s'agit d'un travail d'ingénierie en optique libre.

Vous serez ainsi amené(e) à échanger et collaborer avec les techniciens et les ingénieurs de l'unité, ainsi qu'avec diverses équipes internes du CEA.

DUREE : 6 mois

CENTRE

CEA/Cesta
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

CONTACT

LANTERNIER Catherine
E-mail : catherine.lanternier@cea.fr

CONTEXTE : Le Laser Mégajoule (LMJ) est une grande installation de physique actuellement en exploitation au CEA/CESTA.. Les très grands lasers de puissance comme le Laser Mégajoule (LMJ) ou PETAL sont constitués d'un système laser appelé "pilote" chargé de créer et mettre en forme des impulsions qui sont ensuite amplifiées pour atteindre une énergie de l'ordre de la dizaine de kilojoules. Le pilote, composé d'une source et d'un pré-amplificateur, a un rôle primordial car c'est à son niveau que toutes les caractéristiques du faisceau laser sont produites (longueur d'onde, spectre, profil spatial et temporel).

L'unité d'accueil est garante des performances de ces pilotes que ce soit dans le domaine nanoseconde pour LMJ ou Sub picoseconde pour PETAL.

OBJECTIFS : Intégré(e) au sein d'une équipe spécialiste des pilotes LMJ et PETAL, vous participerez au développement des nouvelles sources laser. Vous serez amené(e) à faire évoluer et qualifier des sous-ensembles de ces sources. Il s'agit d'un travail d'ingénierie en optique fibré et optroélectronique.

Vous serez ainsi amené(e) à échanger et collaborer avec les techniciens et les ingénieurs de l'unité, ainsi qu'avec diverses équipes internes du CEA.

DUREE : 6 mois

CENTRE

CEA/Cesta
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

CONTACT

LANTERNIER Catherine
E-mail : catherine.lanternier@cea.fr

CONTEXTE : Le CEA DAM exploite plusieurs accélérateurs d'électrons dans la gamme 2-30 MeV, d'une part pour la radiographie X éclair reposant sur l'accélération par induction (installation EPURE), d'autre part pour la fourniture de faisceaux X dans des domaines spectraux variés et avec un séquençement temporel souple, reposant sur les technologies d'accélération radiofréquence et de photo-injection (installation ELSA). La mesure de la qualité géométrique de faisceau, liée à la grandeur physique appelée "émittance", est primordiale pour optimiser le fonctionnement de ces grands instruments. Elle repose sur l'acquisition du profil du faisceau d'électrons en un point proche de son waist, pour différentes forces de focalisation de celui-ci en amont.

Les systèmes déployés aujourd'hui présentent deux types d'inconvénients : le premier est dû au fait qu'il est nécessaire de faire l'acquisition de ces profils pour de nombreuses focalisations différentes pour assurer une faible incertitude de mesure, le second est lié au fait que les forces de charge d'espace sont maximales justement au point de focalisation et que cela perturbe la mesure.

OBJECTIFS : L'objectif de ce stage est d'étudier ces méthodes de mesure et d'en faire évoluer les méthodes numériques pour résoudre ces problèmes.

Le(a) stagiaire étudiera les principes théoriques de physique des faisceaux et de la mesure d'émittance, puis prendra en main les outils de mesure actuels. Il(elle) proposera de nouvelles techniques et de nouvelles méthodes numériques, d'abord pour déterminer les différences actuellement observées entre les résultats expérimentaux et les calculs, ensuite pour améliorer la qualité des mesures.

Ce sujet est essentiellement théorique et numérique, mais comporte des interactions avec des expériences sur accélérateur d'électrons. Il requiert d'excellentes connaissances en physique de base (électromagnétisme), optique, mesures optiques.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

LE FLANCHEC Vincent
E-mail : vincent.le-flanhec@cea.fr
RIFFAUD Jonathan
E-mail : jonathan.riffaud@cea.fr

CONTEXTE : L'installation ELSA (Electrons, Lasers, Source X et Applications) du CEA DAM est principalement constituée d'un accélérateur linéaire d'électrons de 30 MeV. En interagissant avec un faisceau laser de forte puissance crête, le faisceau d'électrons émet, par effet Compton inverse, un faisceau de rayonnement X. L'intensité de celui-ci dépend directement de la puissance du laser. La limitation du système provient aujourd'hui de la limite de tenue au flux des cristaux de Nd:YAG de la chaîne laser. Pour contourner le problème, un système d'amplification avec étirage temporel d'impulsion (CPA - Chirped Pulse Amplification, célèbre pour le prix Nobel attribué à G. Mourou et D. Strickland), est en cours de développement pour contourner cette limitation. Il sera nécessaire d'en quantifier les effets sur les seuils de dommage en 2023.

OBJECTIFS : L'objectif de ce stage est de réaliser le système optique et le système de mesures qui permettront d'étudier le seuil de dommage des cristaux amplificateurs de Nd:YAG, puis d'effectuer les mesures pour quantifier les bénéfices obtenus grâce au nouveau système d'étirement-compression installé sur la source Compton de l'installation ELSA.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

LE FLANCHEC Vincent
E-mail : vincent.le-flanhec@cea.fr
PIRES Abel
E-mail : abel.pires@cea.fr

CONTEXTE : L'installation ELSA (Electrons, Lasers, Source X et Applications) du CEA DAM est principalement constituée d'un accélérateur linéaire d'électrons de 30 MeV. En interagissant avec un faisceau laser de forte puissance crête, le faisceau d'électrons émet, par effet Compton inverse, un faisceau de rayonnement X.

Pour augmenter le rendement d'interaction de cette source de rayonnement X Compton, un système de repliement de faisceau laser est en cours de développement. La phase d'alignement de celui-ci est actuellement manuelle et particulièrement ardue, du fait de l'extrême précision requise et de la longueur du trajet optique. De plus, le positionnement des miroirs a tendance à dériver au gré des variations de température et de pression dans l'accélérateur. Des nouveaux systèmes actuateurs piezoélectriques ont récemment été mis en place, afin d'avoir la possibilité d'automatiser les réglages.

OBJECTIFS : L'objectif de ce stage est de développer le système permettant d'une part de réaliser un alignement automatique se basant sur les images acquises par des caméras CCD, et d'autre part de maintenir cet alignement dans le temps à l'échelle de la journée.

Ce stage comprend une part informatique importante, mais des connaissances en optique seront un atout considérable.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

PIRES Abel
E-mail : abel.pires@cea.fr
LE FLANCHEC Vincent
E-mail : vincent.le-flanhec@cea.fr

CONTEXTE : L'installation ELSA (Electrons, Lasers, Source X et Applications) du CEA DAM est principalement constituée d'un accélérateur linéaire d'électrons de 30 MeV avec photo-injecteur 2 MV basse fréquence à 144 MHz, une ligne accélératrice 17 MV à 433 MHz, et un post-accélérateur à 1,3 GHz. Les électrons sont utilisés d'une part pour produire du rayonnement de freinage, d'autre part dans le cadre du développement d'une source X Compton Inverse, pour des applications de développement de détecteurs X au profit d'autres grandes installations telles que le Laser Mégajoule et EPURE (radiographie X éclair).

Lors du transport d'un faisceau d'électrons dans un accélérateur, une certaine proportion des paquets de particules est perdue par effet de halo, ou à cause d'aberrations "optiques" des éléments magnétiques de guidage et de focalisation. Il est très difficile de localiser ces pertes, or cette localisation permettrait d'optimiser en temps réel le transport, voire de modifier les lignes accélératrices concernées. Une solution émergente consiste à utiliser l'interaction des particules perdues avec des fibres optiques déployées le long des tubes à vide de l'accélérateur.

OBJECTIFS : L'objectif de ce stage est de concevoir et de réaliser un système complet reposant sur ce principe pour l'accélérateur ELSA du CEA.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

ROSCH Rudolf
E-mail : rudolf.rosch@cea.fr
LE FLANCHEC Vincent
E-mail : vincent.le-flanhec@cea.fr

CONTEXTE : Le CEA Gramat réalise un grand nombre d'expériences de détonique qui sont analysées finement pour être ensuite modélisées. Pour ces modélisations, des équations d'état thermodynamique des produits issus de la détonation d'explosifs sont nécessaires. La spectrométrie et la pyrométrie dynamiques sont deux moyens expérimentaux permettant de déduire certains coefficients des équations d'état thermodynamique. Ces moyens optiques sont déportés par une fibre optique et requiert une calibration avant utilisation. Le CEA Gramat dispose de plusieurs spectromètres et pyromètres dont certains sont uniques de par leur grande bande passante.

OBJECTIFS : Les objectifs du stage sont principalement :

- De prendre en main deux spectromètres, l'un issu du commerce et le second étant un prototype unique à très haute bande passante,
- D'effectuer des mesures en laboratoire pour ajuster les réglages suivant la bande passante demandée,
- D'effectuer des calibrations avec une lampe large spectre ou un corps noir,
- Suivant le planning, de mettre en œuvre ces diagnostics sur des essais en conditions réelles,
- De créer un premier outil de traitement du signal pour le spectromètre haute bande-passante (Python ou Matlab).

Au vu des conclusions, le rapport de stage fera également apparaître les évolutions à réaliser et les différentes perspectives envisagées. De bons résultats générés durant ce stage pourraient être inclus dans un article scientifique dont le stagiaire serait de fait co-auteur.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

PACCOU Thibaut
E-mail : thibaut.paccou@cea.fr

**PHYSIQUE
CORPUSCULAIRE
ET COSMOS**

CONTEXTE : L'interaction laser-plasma en régime relativiste constitue une source importante d'électrons relativistes et de photons X ou gamma. Ces derniers sont émis soit par Bremsstrahlung, c.-à-d. par interaction Coulombienne entre les électrons rapides et les ions, soit par rayonnement synchrotron des électrons rapides dans le champ laser ou les champs quasi statiques spontanément induits dans le plasma. Pour des intensités dépassant $1e22$ W/cm², bientôt accessibles sur les nouvelles installations laser multi-pétawatt (tel le laser Apollon à Saclay), les photons ainsi produits peuvent emporter une fraction significative de l'énergie laser. Une modélisation précise des effets radiatifs s'impose dès lors en prévision des futures expériences.

Les codes cinétiques "particle-in-cell" (PIC) constituent désormais les outils les plus efficaces et précis pour la simulation numérique des systèmes laser/faisceau-plasma. Ces codes, d'abord conçus pour résoudre les équations de Vlasov-Maxwell, ont été progressivement enrichis de modules de physique avancés décrivant, généralement à l'aide d'une technique Monte Carlo, des phénomènes négligés dans l'équation de Vlasov, telles les collisions Coulombiennes ou les rayonnements synchrotron et Bremsstrahlung. Tel est le cas du code CALDER développé au CEA/DAM.

OBJECTIFS : L'objet du stage est d'enrichir le module de transport radiatif inclus dans CALDER. Dans sa version actuelle, les photons gamma peuvent être sujets à une diffusion Compton sur les électrons ou se convertir en paires par interaction avec des noyaux. Le principal objectif du stage sera d'implémenter, toujours selon une technique Monte Carlo, la création de paires par collision photon-photon. Des travaux récents prévoient que ce mécanisme puisse dominer la création de paires dans certaines configurations laser-plasma d'ores et déjà accessibles expérimentalement. L'étudiant(e) pourra commencer à vérifier ces prédictions si l'avancement de son travail le permet.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

GREMILLET Laurent
E-mail : laurent.gremillet@cea.fr

CONTEXTE : Une supernova à effondrement de cœur est un événement qui arrive à la fin de l'évolution d'une étoile massive. Il se compose des phases suivantes : effondrement, rebond, propagation puis arrêt d'un choc. Ce choc doit alors repartir pour faire exploser l'étoile. Le mécanisme à l'œuvre pour faire repartir le choc est le chauffage par les neutrinos. Si cette affirmation fait consensus aujourd'hui, beaucoup de détails de ce mécanisme sont encore à éclaircir. En particulier, certaines simulations conduisent à une explosion alors que d'autres n'explorent pas, formant alors des trous noirs. Savoir quels progéniteurs (quelles étoiles massives) explosent et lesquels forment des trous noirs est un sujet actif de recherche : il n'existe pas de moyen simple et absolument fiable, sans faire de simulation numérique détaillée, de savoir si un progéniteur donné explose ou forme un trou noir.

OBJECTIFS : But et déroulement du stage :

- Familiarisation avec la physique des supernovae, de l'évolution stellaire. Familiarisation avec le contexte des recherches en cours sur le devenir des étoiles massives (explosion ou effondrement en trou noir) dans les codes de supernovae.
- Création d'un code numérique (langage au choix, par exemple python) pour générer des progéniteurs (des étoiles massives sur le point de s'effondrer) simplifiés, à partir de cas en libre accès résultant de codes d'évolution stellaire.
- Réalisation d'une étude en 2D axisymétrique, en faisant varier certains paramètres bien choisis. Il s'agira de voir quels paramètres ont la plus grande influence sur le devenir de l'étoile. L'étude pourra jouer, par exemple, sur les masses ou les gradients de densité des différentes couches constitutives du progéniteur.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

PERES Bruno
E-mail : bruno.peres@cea.fr

CONTEXTE : Les équipements électroniques des satellites en orbite sont constamment soumis aux flux d'électrons énergétiques qui sont piégés par le champ magnétique terrestre dans les ceintures de Van Allen. Les doses reçues dépendent fortement des injections de particules provenant des éjections de masse coronarienne ou du vent solaire et de la dynamique de la magnétosphère, en particulier des ondes électromagnétiques qui affectent la répartition des électrons énergétiques sur les lignes de champs, provoquent des accélérations ou des précipitations des électrons dans l'atmosphère terrestre.

OBJECTIFS : L'objet de ce stage est de contribuer aux études numériques concernant la dynamique de particules énergétiques piégées dans les ceintures de Van Allen et subissant des interactions fortes avec des ondes électromagnétiques ambiantes.

Le(a) stagiaire aura pour mission de prendre en main un code Fokker-Planck de diffusion quasi-linéaire existant et développé depuis plusieurs années au CEA/DAM pour le calcul de l'évolution des ceintures de radiation. Le(a) stagiaire effectuera des développements physico-numériques dans ce code. Ces développements pourront concerner soit des modèles d'interaction ondes-électrons, qui rendent compte de la diffusion des électrons sous l'effet des ondes électromagnétiques de type siffleur, au travers de la prise en compte de modèles détaillés d'ondes électromagnétiques ou de la résolution plus précise des fréquences de résonance. On cherchera aussi à prendre en compte le champ magnétique variable et non-dipolaire lors d'orages solaires au travers du décodage des invariants adiabatiques. Une partie importante du stage sera consacrée à la réalisation de simulations pour les valider par comparaison aux mesures satellites récemment obtenues à partir de la mission des Van Allen Probes de la NASA. Cela nécessite de traiter et d'intégrer des données satellites (conditions initiales et limites, profils de flux mesurés de référence, etc. dans le code de calculs pour réaliser les simulations les plus réalistes). Ces travaux sont en lien avec la météorologie spatiale qui vise à prédire l'environnement particulier autour de la Terre.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

RIPOLL Jean-Francois
E-mail : jean-francois.ripoll@cea.fr

PHYSIQUE DU NOYAU, ATOME, MOLÉCULE

CONTEXTE : Les cavités diamagnétiques apparaissent quand le champ magnétique extérieur est annulé par un champ magnétique induit. Par exemple, quand un plasma en expansion traverse les lignes d'un champ magnétique extérieur, il produit un champ magnétique induit opposé. L'évolution de la cavité dépend de la dynamique du plasma.

Dans les années 80 et 90, des expériences ont montré la formation d'une cavité diamagnétique lors de la détente d'un plasma généré par laser dans un milieu magnétisé. Le développement de cette cavité se suit souvent par l'apparition de structures filamentaires appelées "flutes" qui peut s'apparenter à une instabilité de type Rayleigh-Taylor. Récemment de nouvelles expériences lasers se sont concentrées sur d'autres régimes notamment avec la présence d'ions rapides dont la vitesse est supérieure à la vitesse caractéristique d'Alfvén.

OBJECTIFS : L'objectif de ce stage est de simuler l'évolution d'une cavité diamagnétique avec l'apparition de striations et comparer les résultats aux expériences laser connues dans la littérature. Pour cela, on s'appuiera sur un code du CEA/DAM qui résout les équations de la magnétohydrodynamique (MHD) d'un plasma.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Physique du noyau, atome,
molécule

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

BERNECKER Benoit
E-mail : benoit.bernecker@cea.fr

CONTEXTE : L'ionosphère terrestre est un milieu partiellement ionisé et magnétisé, situé entre 80 et 1000 km d'altitude, déterminé par une dynamique complexe. Les effets du flux solaire, radiatif ou particulaire, des champs électriques, des vents de neutres ou encore de la gravité perturbent le milieu et peuvent déclencher des instabilités. La conséquence est une structuration du plasma à des échelles spatiales très variées. Les fluctuations de densité qui en résultent sont susceptibles d'affecter la propagation des ondes électromagnétiques basse fréquence (ondes radio) mais également haute fréquence, ce qui devient critique pour les systèmes de navigation par satellite.

OBJECTIFS : L'objectif de ce stage est d'avancer sur la compréhension des mécanismes qui régissent l'évolution de ces fluctuations de densité qui peuvent provenir d'évènements naturels ou être obtenues lors d'expériences actives dans l'ionosphère comme les lâchers de Baryum. Pour cela, nous nous appuyerons sur un code du CEA DAM qui résout les équations de la magnétohydrodynamique (MHD) d'un plasma ionosphérique. Les résultats obtenus pourront être comparés à ceux issus d'une approche analytique.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Physique du noyau, atome,
molécule

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

BERNECKER Benoit
E-mail : benoit.bernecker@cea.fr

CONTEXTE : Dans le cadre de la fusion par confinement inertiel (FCI) à gain, l'implosion d'un microballon est créée par l'absorption, l'ablation et l'expansion d'une couche externe (l'ablateur) d'une cible sphérique constituée d'un mélange de deutérium et de tritium. En attaque directe, différents points de fonctionnement ont été déjà obtenus pour produire du gain thermonucléaire théorique.

OBJECTIFS : L'objectif principal du stage est d'élargir la base de données existante en recherchant de nouveaux couples (cible, impulsion laser) pouvant délivrer un gain thermonucléaire supérieur à ceux déjà obtenus.

Nous commencerons par prendre en main le code de simulation d'hydrodynamique radiative 1D ainsi que les outils de dépouillement associés et à partir des points de fonctionnement existants, on recherchera de nouveaux points de fonctionnement à gain.

Nous nous intéresserons aux paramètres fondamentaux de la FCI que sont l'adiabat en vol du combustible, la vitesse d'implosion et le rapport d'aspect initial A de la cible. nous optimiserons l'impulsion laser pour obtenir un gain thermonucléaire élevé pour un couple choisi (adiabat, A). Nous construirons ensuite la famille homothétique associée à une vitesse d'implosion donnée.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Physique du noyau, atome,
molécule

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

CANAUD Benoit
E-mail : benoit.canaud@cea.fr

CONTEXTE : Dans le cadre de la fusion par confinement inertiel (FCI) à gain, l'implosion d'un microballon est créée par l'absorption, l'ablation et l'expansion d'une couche externe (l'ablateur) d'une cible sphérique constituée d'un mélange de deutérium et de tritium. En attaque directe, différents points de fonctionnement ont été déjà obtenus pour produire du gain thermonucléaire théorique.

OBJECTIFS : L'objectif principal du stage est d'étudier les effets de divers processus physiques sur le fonctionnement de ces cibles à haut gain. Nous commencerons par prendre en main le code de simulation d'hydrodynamique radiative 1D ainsi que les outils de dépouillement associés et à partir des points de fonctionnement existants, on recherchera de nouveaux points de fonctionnement à gain. Ensuite, nous nous intéresserons à l'effet de processus fondamentaux sur le dégagement d'énergie comme, par exemple, le "ShineThrough" qui est le processus de transmission d'énergie laser, aux temps très courts, ou encore le pouvoir d'arrêt de particules chargées lorsque la cible dégage de l'énergie.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Physique du noyau, atome,
molécule

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

CANAUD Benoit
E-mail : benoit.canaud@cea.fr

CONTEXTE : Grâce à l'émergence de nouvelles installations laser de forte puissance (multi-petawatts), l'interaction du faisceau laser ultra-intense avec un plasma permet de successivement accélérer des électrons à haute énergie (plusieurs GeV), produire des photons gamma de hautes énergies (quelques dizaines de MeV à plusieurs GeV) lors de l'interaction des électrons accélérés avec le champ laser intense, et générer des paires électron-positron lors de la désintégration de ces photons gamma sous l'effet du champ laser de grande amplitude.

L'émission des photons gamma et leur désintégration sous forme de paires sont décrites par les lois de l'électrodynamique quantique en champ fort (QED en champ fort). Cette théorie modélise l'interaction entre le rayonnement et des particules chargées, dans un régime extrême caractérisé par des effets relativistes et quantiques, en présence d'un champ électromagnétique de forte amplitude. Outre l'étude fondamentale de ce régime exotique qui peut expliquer la formation de matière à partir de lumière, atteindre ce régime dans des expériences permettra de générer des sources gamma de hautes énergie et très brillantes. En effet, les efficacités de conversion de l'énergie laser vers les photons gamma devraient être très importantes dans ces conditions d'interaction, ce qui ouvre des perspectives intéressantes pour les applications nécessitant de telles sources gamma.

OBJECTIFS : Le but du stage sera de simuler la production de ces sources gamma avec le code PIC (Particle-In-Cell) CALDER développé au CEA/DAM-Île de France et dédié à la simulation de ce type de physique (interaction d'un laser ultra-intense avec un plasma, émission de photons et de paires dans le régime de QED en champ fort). Le(a) candidat(e) s'attachera à simuler des scénarios d'interaction laser-cible qui sont prévus dans des expériences dédiées à la génération de ces sources gamma, et à proposer des solutions pour optimiser ces sources.

DUREE : 5-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Physique du noyau, atome,
molécule

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

DAVOINE Xavier
E-mail : xavier.davoine@cea.fr

CONTEXTE : Dans le cadre des expériences de fusion par confinement inertiel (FCI) menées au Laser Mégajoule (LMJ) en France et au « National Ignition Facility » aux Etats-Unis, de nombreux faisceaux lasers très intenses sont focalisés sur une cible. La propagation de ces faisceaux laser dans un plasma chaud est perturbée par différentes instabilités (Raman, Brillouin, etc ...) qui sont néfastes pour la compression homogène de la cible, et conduisent également à des risques d'endommagement de l'installation laser. C'est pourquoi, sur toutes les installations laser de puissance, on utilise des techniques de lissage optique qui consistent à brouiller temporellement et spatialement la cohérence des faisceaux laser. Dans ce contexte, les lasers se propagent sur de grandes distances (~ millimètres) et traversent différents types de plasma, ce qui complique fortement l'optimisation des paramètres du lissage optique.

Nous nous intéressons à la diffusion Brillouin stimulée (SBS), dans laquelle l'onde électromagnétique incidente se couple avec une onde acoustique ionique et une onde électromagnétique contra-propagative. Cette instabilité présente un risque d'endommagement des optiques de l'installation laser. Il est donc nécessaire, non seulement pour la réussite de l'expérience de FCI, mais surtout pour le maintien de l'installation laser, de limiter l'énergie SBS rétrodiffusée.

OBJECTIFS : L'objectif de ce stage est d'étudier par simulation numérique différentes configurations de lissage optique réalisables sur le LMJ afin d'optimiser le lissage actuel. Au cours du stage, le(a) candidat(e) va se familiariser avec les différentes techniques de lissage optique et les phénomènes d'instabilités paramétriques intervenant dans l'interaction laser/plasma. Puis il(elle) cherchera par l'intermédiaire de simulations hydrodynamiques à améliorer la propagation d'un faisceau laser en optimisant les paramètres du lissage optique. Le stage s'organisera de la façon suivante :

- Etude bibliographique à travers des thèses et des articles scientifiques (en anglais) afin de découvrir le contexte de l'interaction laser/plasma.
- Prise en main des outils numériques (linux, supercalculateur, code, chainage de code, diagnostic) sur des cas 2D éventuellement 3D.
- Etudes numériques de différents lissages.
- Rédaction d'un mémoire de stage (en continu pendant le stage).

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

Physique du noyau, atome,
molécule

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

FUSARO Adrien
E-mail : adrien.fusaro@cea.fr
LOISEAU Pascal
E-mail : pascal.loiseau@cea.fr

CONTEXTE : Lors des expériences de fusion par confinement inertiel en attaque indirecte comme menées sur le Laser Mégajoule en France et le National Ignition Facility aux Etats-Unis, des faisceaux laser intenses se propagent dans un plasma sur de longues distances. De nombreux phénomènes résultent de cette interaction laser/plasma tels que la rétrodiffusion des lasers due aux instabilités Raman et Brillouin qui vont conduire à une perte de l'énergie laser incidente. Dans le cas de la diffusion Raman stimulée où l'onde électromagnétique incidente se couple avec une onde plasma électronique, des électrons de hautes énergies vont être générés. L'ajout d'un champ magnétique externe va modifier la trajectoire des électrons et peut changer la dynamique de croissance de l'instabilité.

OBJECTIFS : L'objectif de ce stage est de caractériser par des simulations « Particle-in-cell » l'effet de ce champ magnétique externe sur la croissance de l'instabilité Raman dans des configurations de complexités croissantes, de géométrie 1D à 2D et avec des profils lasers réalistes de type faisceaux lissés spatialement et temporellement. Au cours du stage, le(a) candidat(e) va se familiariser avec le sujet en étudiant les différents régimes de croissance de l'instabilité Raman, puis il(elle) cherchera par des simulations cinétiques à décrire la croissance de l'instabilité sous l'influence d'un champ externe.

Le stage s'organisera de la façon suivante :

- bibliographie à travers des articles scientifiques (en anglais) pour la prise en main du sujet sur la physique des plasmas et la croissance de l'instabilité Raman, ainsi que le lissage des faisceaux lasers,
- prise en main du code cinétique PIC et utilisation du code sur des cas 1D, 2D et 2D en conditions de faisceaux lasers plus réaliste.
- rédaction d'un mémoire de stage (en continu pendant le stage).

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Physique du noyau, atome,
molécule

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

MASSON-LABORDE Paul-Edouard
E-mail : paul-edouard.masson-laborde@cea.fr
CAPDESSUS Remi
E-mail : remi.capdessus@cea.fr

CONTEXTE : Dans le contexte de la fusion par confinement inertiel en attaque indirecte comme sur le Laser Mégajoule (LMJ) en France et le National Ignition Facility aux Etats-Unis, de nombreux faisceaux lasers vont se propager à travers quelques millimètres de plasma. La compréhension de toutes les expériences lasers de hautes densités d'énergie nécessite la connaissance de la température électronique de ces plasmas. La modélisation de ce chauffage électronique est actuellement faite par une approche fluide des plasmas, qui reste limitée dès que de forts gradients de température parfois comparables au libre parcours moyen des particules transportant la chaleur apparaissent. L'approximation hydrodynamique devient alors fautive et une approche cinétique est nécessaire pour calculer le transport de chaleur. Le code cinétique OSHUN modélisant l'évolution de la fonction de distribution électronique couplée aux équations de Maxwell en 1D/2D, peut être utilisé dans ce contexte.

OBJECTIFS : L'objectif du stage sera donc de prendre en main le code cinétique OSHUN modélisant l'évolution de la fonction de distribution électronique couplée aux équations de Maxwell en 1D/2D et, par des comparaisons avec des résultats de simulations de référence, de valider cet outil. Au cours du stage, différents cas tests seront étudiés en plasma magnétisé ou non, et pourront être aussi comparés aux résultats de simulations hydrodynamiques.

Le stage s'organisera de la façon suivante :

- bibliographie à travers des articles scientifiques (en anglais) pour la prise en main du sujet sur la physique des plasmas et la modélisation du transport électronique
- prise en main du code cinétique OSHUN et utilisation du code sur des cas tests publiés couvrant différents domaines d'application
- rédaction d'un mémoire de stage (en continu pendant le stage).

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Physique du noyau, atome,
molécule

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

MASSON-LABORDE Paul-Edouard
E-mail : paul-edouard.masson-laborde@cea.fr
LOISEAU Pascal
E-mail : pascal.loiseau@cea.fr

CONTEXTE : Plusieurs objets du système solaire génèrent un champ magnétique suffisamment important pour créer une magnétosphère : la Terre, Jupiter et même certains satellites. Celle-ci se forme par interaction avec du plasma, provenant la plupart du temps du vent solaire mais aussi d'éruptions volcaniques comme pour les satellites de Jupiter.

Les interactions entre plasma et magnétosphère sont étudiées depuis quelques années, autant via des expériences, que par simulation numérique. Ici, nous utilisons un code de magnétohydrodynamique (MHD) pour résoudre les équations qui régissent ce problème et étudier les mécanismes en jeu. Parmi eux, nous observons la création d'une cavité diamagnétique et d'un front de compression, dont les évolutions sont impactées par la présence d'une magnétosphère.

OBJECTIFS : Le but du stage est de mettre en place un modèle permettant de comparer nos résultats, dans un premier temps à ceux d'expériences laser simulant les interactions plasma-magnétosphère, et éventuellement les appliquer à certaines magnétosphères du système solaire.

Pour ce faire, le(a) stagiaire va tout d'abord se familiariser avec le code MHD ainsi qu'avec les simulations sur supercalculateur. En se basant sur la bibliographie existante, il(elle) construira un modèle de référence constitué d'une magnétosphère soumise à un plasma en expansion. Il faudra ensuite mettre en forme les résultats obtenus par simulation pour en extraire les caractéristiques principales. Une étape importante sera de comparer ces résultats à ceux de la littérature réalisés avec des codes particuliers. Finalement, il sera possible d'étendre l'exploration à d'autres paramètres et en fonction des résultats, de les appliquer à des cas astrophysiques. Les compétences acquises seront bi-domaines : numériques (utilisation du code, des calculateurs, développement de post-traitement, analyse de données) et physiques (étude bibliographique, mise en place d'un modèle crédible, interprétation des résultats).

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Physique du noyau, atome,
molécule

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

MENU Mélissa
E-mail : melissa.menu@cea.fr

CONTEXTE : La notion d'atome dans un plasma présente un intérêt pour la compréhension de la physique microscopique des plasmas et le calcul de certaines de leurs propriétés (propriétés radiatives, coefficients de transport, sections efficaces atomiques). Dans ce contexte, la recherche de modèles théoriques pertinents est un sujet actif.

D'autre part, les simulations de dynamique moléculaire prenant en compte une description quantique des électrons sont de plus en plus accessibles. Ces simulations peuvent apporter un éclairage sur la pertinence des modèles atomiques.

OBJECTIFS : Dans ce stage de nature théorique, on réalisera des simulations de dynamique moléculaire, afin d'en analyser les résultats et de les comparer à des modèles atomiques de plasmas. L'enjeu est de comprendre ce qui peut amener des différences qualitatives entre ces approches.

L'étudiant(e) pourra se familiariser avec différents modèles d'atome dans un plasma, et avec les calculs de dynamique moléculaire, en collaboration avec des personnes impliquées dans ces sujets au CEA.

Le stage s'effectuera au sein du CEA/DAM Ile-de-France. Le profil requis est celui d'un Master 2 de physique ou d'une dernière année d'école d'ingénieur ayant un intérêt pour la théorie, à l'aise à la fois avec les calculs analytiques et la programmation scientifique.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

Physique du noyau, atome,
molécule

CENTRE

CONTACT

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

PIRON Robin
E-mail : robin.piron@cea.fr

CONTEXTE : Les modèles d'atome moyen consistent à représenter l'ensemble du plasma par un ion fictif, dont la charge correspond à l'ionisation moyenne du plasma. Ils permettent d'obtenir, à l'approximation du champ central, la structure électronique la plus probable du plasma. La connaissance de cette structure nous donne accès à différentes propriétés du milieu, comme son équation d'état ou ses propriétés radiatives (opacité, émissivité). Le calcul des pouvoirs d'arrêt (ou fonctions de ralentissement) des particules chargées dans les plasmas denses est important pour les recherches concernant la fusion par confinement inertiel et plus généralement pour les études de la matière dense et tiède (WDM : Warm Dense Matter), dans le but par exemple de connaître l'équation d'état [1] d'un plasma en détente quasi-isentropique.

OBJECTIFS : L'objectif du stage est de comparer différentes approches de calcul des pouvoirs d'arrêt des ions par les électrons liés et libres. Certains formalismes, décrits par exemple dans les références [2,3], impliquent des potentiels paramétriques, comme celui de Green, Sellin et Zachor [4], ou reposent sur un modèle d'atome moyen hydrogénique écranté. Les pouvoirs d'arrêt les plus utilisés, dénommés SRIM (Stopping and Range of Ions in Matter) [5] et BPS (Brown-Preston-Singleton) [6], décrivent en fait deux situations extrêmes ; le premier concerne la matière froide (neutre) et le second s'applique pour un plasma complètement ionisé. Les codes d'atome moyen quantique comme celui de la référence [7] permettent de déterminer l'état de matière à l'équilibre en fonction de la température et de la densité. Le(a) stagiaire devra dans un premier temps se familiariser avec le modèle de l'atome moyen et le calcul de pouvoirs d'arrêt. En lien avec les expériences de chauffage isochore par protons réalisées dans l'unité d'accueil, il(elle) devra développer une méthodologie afin d'évaluer le ralentissement d'un faisceau de protons dans la matière à partir de données expérimentales caractérisant cette matière dans l'état plasma en détente quasi-isentropique.

[1] M. E. Foord, D. B. Reisman and P. T. Springer, Rev. Sci. Inst. 75, 2586 (2004).

[2] C. Deutsch and G. Maynard, Mat. Rad. at Extremes 1, 277 (2016).

[3] X. Garbet, J. Phys. B.: At. Mol. Phys. 20, L669 (1987).

[4] A. E. S. Green, D. L. Sellin and A. S. Zachor, Phys. Rev. 184, 1 (1969).

[5] J.-F. Ziegler, M. D. Ziegler and J. P. Biersack, Nucl. Inst. Meth. Phys. Res. B 268, 1818 (2010).

[6] L. S. Brown, D. L. Preston and R. L. Singleton, Jr., Phys. Rep. 410, 237 (2005).

[7] J.-C. Pain, Contrib. Plasma Phys. 47, 421 (2007).

DUREE : Césure ou 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

Physique du noyau, atome,
molécule

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

RASSOU Sébastien
E-mail : sebastien.rassou@cea.fr
PAIN Jean-Christophe
E-mail : jean-christophe.pain@cea.fr

CONTEXTE : Avec l'important essor de l'activité spatiale, les états et les sociétés commerciales imaginent, investissent et développent de nouveaux concepts spatiaux pour les télécommunications, la navigation, l'observation et la défense qui sont hautement stratégiques pour les peuples et leurs économies. Ces systèmes sont alors soumis à des menaces, soit naturelles et engendrées par les orages magnétiques, soit potentiellement humaines. Ce stage va s'intéresser, au plan de la physique et de la simulation, aux effets d'activités électromagnétiques sur des systèmes embarqués, et aux moyens d'y remédier ou d'y résister.

OBJECTIFS : L'objectif de ce stage de physique est d'étudier différentes ondes électromagnétiques émises dans l'ionosphère ou la magnétosphère ainsi que leur mesure à distance effectuée depuis des satellites d'observation (e.g. Arase de JAXA et Swarm de l'ESA) afin de mieux comprendre les interactions ondes-particules dans l'espace à orbite basse. En particulier, le(a) candidat(e) cherchera à caractériser la propagation des ondes électromagnétiques et leurs propriétés. Pour cela, il(elle) utilisera un code de lancer de rayons afin de traiter et d'analyser un ensemble d'observations spatiales d'ondes électromagnétiques. Il(elle) utilisera et développera des codes numériques en Python pour analyser les résultats et les mesures satellites, afin de comprendre les effets de ces ondes. Il(elle) pourra être amené(e) à calculer les interactions de ces ondes avec des électrons énergétiques, comme, par exemple, les électrons du milieu ambiant des ceintures de Van Allen.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Physique du noyau, atome,
molécule

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

RIPOLL Jean-Francois
E-mail : jean-francois.ripoll@cea.fr

CONTEXTE : Hydrogène et hélium constituent les espèces majoritaires formant les planètes géantes telles que Jupiter et Saturne. Les simulations numériques dites ab initio prédisent une séparation de l'hydrogène et de l'hélium pour des pressions supérieures au megabar. Ceci a des conséquences importantes pour l'évolution des planètes géantes car une large redistribution de l'hélium et de l'hydrogène influence le bilan énergétique de la planète. Pour étudier cette démixtion, des expériences par choc laser ont été effectuées récemment. De par leur échelles de temps très courtes (de l'ordre de quelques picosecondes), ces expériences sont sensibles aux effets mésoscopiques et notamment à la nucléation des gouttes d'hélium. Mieux comprendre ces phénomènes est essentiel pour garantir la bonne interprétation des résultats expérimentaux.

OBJECTIFS : L'objectif du stage est d'utiliser les outils du machine learning pour construire un potentiel classique fidèle aux simulations numériques ab initio. La base de données ab initio est déjà existante mais quelques simulations supplémentaires pourront être nécessaires. Ce potentiel classique sera ensuite utilisé pour créer des simulations grandes échelles et pour caractériser les processus de nucléation lors de la démixtion. Cette étude permettra de mieux contraindre les interprétations expérimentales, mais aussi de mieux comprendre les processus de séparation de phases au sein des planètes géantes.

DUREE : Césure ou 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

Physique du noyau, atome,
molécule

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

SOUBIRAN François
E-mail : francois.soubiran@cea.fr
KLUTH Gilles
E-mail : gilles.kluth@cea.fr

QUALITÉ ET ENVIRONNEMENT

CONTEXTE : Les activités de recherche dans les domaines de la pyrotechnie et de l'électromagnétisme menées au CEA/GRAMAT impliquent le respect d'une législation Hygiène, Sécurité et Environnement conséquente et en évolution permanente, à laquelle s'ajoutent les législations à respecter par tout organisme dans le domaine des achats, des ressources humaines, RGPD, Loi Sapin II, etc...

OBJECTIFS : L'objectif du stage est de fournir au CEA/Gramat un état des lieux critique de son organisation en matière de VEILLE REGLEMENTAIRE TOUS DOMAINES et de mettre à jour la procédure correspondante.

Sur la base de la procédure CEA/GRAMAT de Veille réglementaire et Evaluation de la conformité, le(la) stagiaire aura pour missions :

- d'élaborer une cartographie priorisée par les risques des domaines où le besoin d'assistance en conformité réglementaire est le plus prégnant,
- de vérifier le bon fonctionnement des circuits/sources de veille actuels et de détecter d'éventuels manques,
- de vérifier la réalisation de l'analyse et mise en application des nouvelles réglementations impactant le centre par les unités,
- d'élaborer un plan de contrôle de la conformité réglementaire pluriannuel priorisé par les risques.

Nous recherchons un(e) étudiant(e) devant réaliser un stage court ou long durant ses études en MASTER 1 ou 2 Responsable ou Juriste Conformité (U. Panthéon Assas, U. Strasbourg), Droit de l'Environnement, de la Sécurité et de la Qualité dans les Entreprises (U. Paris Saclay), Master Management Qualité Sécurité Environnement (U. Sorbonne Paris Nord ou U. Bourgogne), Master Risques et Environnement (U. Nantes), Master QHSE (INSA Hauts de France), Master QSE (Toulouse School of Management), Master QHS (U. Gustave Eiffel Paris et U. Clermont Auvergne) et les écoles d'ingénieur formant à l'analyse de risques et à la conformité dans les entreprises (Master QSE CESI Bordeaux, Toulouse, ISM-IAE, INSA Hauts de France, ENSAM Paris, Institut Supérieur de Droit Bordeaux...).

Profil : personne AUTONOME, FORCE DE PROPOSITIONS et RIGoureuse. Qualités rédactionnelles demandées.

DUREE : 2-3 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

HOFFMANN NATHALIE
E-mail : nathalie.james@cea.fr

**SCIENCE DE LA TERRE
ET
DE L'ENVIRONNEMENT**

CONTEXTE : Pour répondre à sa mission de surveillance, le CEA DAM développe des méthodes de détection et de simulation de la propagation dans une atmosphère réaliste afin de localiser précisément et caractériser finement des sources d'intérêt. La simulation des capacités de détection du réseau infrason du TICE (Traité d'interdiction complète des essais nucléaires) nécessite d'intégrer des modèles réalistes d'atmosphère dont la variabilité à différentes échelles spatiales et temporelles impacte fortement la propagation des ondes. Les premières estimations des performances du réseau infrason reposent sur des modèles climatologiques de vents dans la stratosphère ainsi que des lois empiriques d'atténuation déduites des mesures des essais nucléaires. Les récentes avancées dans les méthodes de simulation permettent de mieux intégrer les effets de la source et de l'atmosphère sur la propagation. La poursuite de ces études est un enjeu majeur pour affiner les interprétations des signaux générés par des sources d'intérêt.

Le coût de calcul des outils de simulation de la propagation, tels que les codes d'équation parabolique, empêche l'exploration d'un large espace de paramètres (variations des modèles de vent, représentation de leur variabilité à petite échelle, fréquence et emplacement de la source) pour la prédiction des pertes par transmission (TLs), les rendant inapplicables en temps quasi-réel. Plusieurs études s'appuient donc sur des modélisations heuristiques de l'atténuation des ondes qui négligent les variations verticales complexes des profils atmosphériques en fonction de la distance et introduisent des incertitudes significatives dans la prédiction des TLs.

De nombreux acteurs académiques s'intéressent à l'apport des méthodes d'intelligence artificielle (IA) pour l'analyse de données et la construction de modèles dans différents domaines scientifiques. En particulier, des méthodes d'apprentissage sont actuellement explorées par des instituts partenaires du CEA (NORSAR), ouvrant la voie à l'application de méthodes d'apprentissage profond pour la prédiction rapide des TLs sur 1000 km de distance. Les algorithmes développés sont des réseaux de neurones convolutifs (CNN) ne prenant pas en compte la notion de temporalité inhérente au phénomène physique de propagation ondulatoire. C'est pourquoi d'autres approches comme les réseaux récurrents (RNN), les réseaux physiquement informés (PINNs), ou les opérateurs de neurones sont actuellement testées au CEA.

OBJECTIFS : L'objectif de ce stage est de poursuivre ce travail en optimisant et comparant les performances des méthodes déjà implémentées ainsi qu'en évaluant leur sensibilité sur de nouveaux jeux de données. Une exploration de plusieurs paramètres (fréquences, modèles atmosphériques, quantité de données...) pourra permettre à terme de quantifier la robustesse des différentes méthodes proposées.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

LE PICHON Alexis
E-mail : alexis.le-pichon@cea.fr

Science de la terre et de
l'environnement

**SCIENCES DU CLIMAT
ET
DE L'ENVIRONNEMENT**

CONTEXTE : Les satellites de localisation GNSS - Géolocalisation et Navigation par un Système de Satellites- comme les constellations GPS, Galileo, ou GLONASS émettent des ondes électromagnétiques dans la gamme UHF (environ 1,5 GHz) dont le temps de parcours vers un récepteur au sol dépend de la distance entre le satellite et le récepteur, de sa fréquence et de la densité électronique de l'ionosphère (la partie ionisée de l'atmosphère terrestre entre 60 et 1000 km d'altitude). Grâce au déphasage qui existe entre ces émissions sur deux fréquences légèrement différentes, on calcule le contenu électronique total (TEC en anglais) qui est l'intégration de la densité électronique le long du parcours de ces ondes. Avec plusieurs récepteurs recevant les ondes d'un même satellite, on peut cartographier la variabilité du TEC de la zone traversée par ces ondes. La combinaison de plusieurs dizaines de récepteurs et de satellites, en très grand volume autour de ces récepteurs, est sondé.

Ces vingt dernières années, avec ce type de mesure par des réseaux denses de récepteur GNSS, des études sur la propagation des ondes ionosphériques itinérantes ou des ondes acoustiques et de gravité induites par les séismes ou les tsunamis ont été menées à l'IPGP où le stage se déroulera.

Nous proposons dans ce stage d'étudier les ondes de gravité générées par les orages atmosphériques.

OBJECTIFS : L'objectif du stage sera de mettre en place une chaîne de mesure permettant de cartographier le TEC à partir des données GNSS issues du réseau du RENAG constitué d'environ 80 récepteurs GNSS en France. Ces données seront récupérées pour des journées où des orages importants auront été identifiés en France ces trois ou quatre dernières années. A partir des cartes obtenues on caractérisera l'amplitude des perturbations et leur dimension.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

Sciences du climat et de
l'environnement

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

FARGES Thomas
E-mail : thomas.farges@cea.fr

CONTEXTE : Les éclairs émettent des flashes optiques et radios ainsi que le tonnerre. On peut reconstruire le canal de la foudre en trois dimensions à partir de la corrélation croisée de mesures acoustiques réalisées avec plusieurs microphones. On attribue une puissance acoustique à chacune de ces sources reconstruites, à partir de la pression mesurée par ces capteurs. Cette technologie maintenant éprouvée (après trois thèses sur ce sujet), permet maintenant d'étudier plus en détail la variabilité de cette puissance acoustique, au sein d'un éclair et d'un éclair à l'autre.

Des mesures avec des réseaux denses de capteurs (réseaux de 3x3 capteurs, appelés aussi nappe) ont ainsi été réalisées en 2022 et en 2023 alors que des orages se sont produits à proximité d'eux.

OBJECTIFS : Le(a) stagiaire mettra en oeuvre la méthode de reconstruction 3D des éclairs développée dans l'unité d'accueil au CEA/DAM-Île de France depuis plusieurs années. Il(elle) utilisera de nouvelles méthodes de traitement du signal pour améliorer la reconstruction. La pression mesurée par les capteurs sera utilisée pour fournir des cartes 3D de la puissance acoustique émise par les éclairs, première étape pour fournir un nouveau modèle du tonnerre. Enfin, différents types de capteurs ont été utilisés simultanément en 2023. L'analyse croisée de leur mesure permettra de mieux caractériser le tonnerre et de définir le meilleur capteur pour la mesure de ce phénomène.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

FARGES THOMAS
E-mail : thomas.farges@cea.fr

CONTEXTE : Le CEA/DAM est spécialisé dans la mesure des phénomènes atmosphériques, le suivi d'événements sismiques, la détection de radionucléides, et la conception des capteurs et réseaux associés. Le CEA exploite en routine les données infrason du Système de Surveillance International mis en place dans le cadre de la vérification du Traité d'Interdiction Complète des Essais nucléaires. L'expertise du CEA repose sur une connaissance fine de la moyenne atmosphère (MA) et de sa dynamique car les infrasons se propagent sur de longues distances dans des guides d'onde formés par la MA. La propagation y est fortement impactée par les ondes internes de gravité.

OBJECTIFS : L'objectif de ce stage est de mener une analyse saisonnière et annuelle des profils verticaux et spectres associés des ondes de gravité atmosphériques observées à l'Observatoire de Haute Provence (OHP) et à l'Observatoire du Maïdo (La Réunion). Celles-ci occasionnent des fluctuations de vent et de température pouvant significativement impacter la propagation des infrasons. Le laboratoire LATMOS (Laboratoire Atmosphères Terre Milieux Observations Spatiales), associé à l'étude, fournit des données d'observation haute résolution de l'atmosphère (lidar et radiosondages) à l'OHP et à La Réunion (en collaboration avec le Lacy - Laboratoire de l'atmosphère et des cyclones). Ces analyses permettront d'aider à calibrer les paramètres d'un modèle empirique « ingénieur ». Celui-ci permet d'estimer l'amplitude des perturbations (ou oscillations) de vent et de températures. Ces perturbations peuvent être ensuite ajoutées à des champs de vent et de température de grand échelle afin d'obtenir un profil complet de l'atmosphère décrivant les différentes échelles de variabilité. Différentes étapes sont identifiées :

1/ l'analyse de la variabilité saisonnière et annuelle des spectres d'ondes de gravité à l'OHP et à La Réunion

2/ la calibration de paramètres d'un modèle « ingénieur » d'ondes de gravité permettant de retrouver des profils types de perturbation en vent et en température, et la comparaison à d'autres descriptions disponibles. Il s'agira notamment d'étudier la dépendance de la calibration du modèle à la région du globe considérée.

3/ la prise en main et l'utilisation d'un outil de simulation de propagation infrason, afin de quantifier l'impact des perturbations sur la propagation et de comparer ces résultats à des observations infrasonores en station.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

Sciences du climat et de
l'environnement

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

LISTOWSKI Constantino
E-mail : constantino.listowski@cea.fr

SCIENCES POUR L'INGÉNIEUR

CONTEXTE : Lorsqu'une sonde stellaire rencontre les couches denses de l'atmosphère, c'est-à-dire lorsqu'elle débute la phase de rentrée dite endo-atmosphérique précédant l'atterrissage, l'amplitude des efforts aérodynamiques sur le bouclier thermique (nulle en phase exo-atmosphériques) augmente sensiblement pour atteindre des valeurs de l'ordre de plusieurs centaines de kilonewtons. Dans une telle configuration, et moyennant une bonne connaissance de l'accélération de la sonde, il est possible de remonter au torseur des efforts aérodynamiques (résultante et moment) en utilisant un dispositif appelé « balance d'efforts » situé à l'interface entre le bouclier thermique et le corps de l'objet contenant la charge utile.

La mise au point d'une balance d'efforts comprend plusieurs étapes : (1) une phase de définition/conception/réalisation durant laquelle la géométrie de la balance d'effort ainsi que l'instrumentation doivent être définies et optimisées en fonction de critères tels que le nombre et la nature des composantes à mesurer et la précision mesure requise ;

(2) une phase d'instrumentation consistant à poser les systèmes de mesures (jauges de déformation, fibres à réseau etc) et à mettre en place le système de conditionnement et d'acquisition électrique ;

(3) une phase d'étalonnage, visant à déterminer de manière précise, la relation permettant de « remonter » aux efforts aérodynamiques à partir de la mesure (i.e. des signaux électriques).

OBJECTIFS : L'objectif du stage proposé est de mettre au point une balance d'efforts dite « 4 poutres », dont l'analyse est relativement simple et qui constitue un système modèle indispensable à la mise au point de balances plus élaborées (balances 16 poutres). Le stage comprendra les tâches suivantes, à effectuer soit de manière séquentielle, soit en parallèle :

- Etude bibliographique sur les balances d'efforts ;
- Conception et optimisation d'une balance simple à 4 poutres : corps métallique et instrumentation (jauges, fibres optiques) ;
- Pose des systèmes de mesure (collage des jauges, collage des fibres à réseau) et mise en place du système de conditionnement électrique ;
- Conception et programmation des moyens d'étalonnage dédiés suivis d'un étalonnage complet ; comparaison des résultats obtenus avec des moyens d'étalonnage classique ;
- Proposition de voies d'amélioration de (i) la géométrie de la balance, (ii) l'instrumentation, (iii) la méthode d'étalonnage.

Domaines : Matériaux et structures en mécanique; Traitement du signal et de l'image, Mécanique des structures. .

Compétences requises : mesures physiques, électronique de conditionnement, instrumentation, CAO/DAO, mécanique des milieux continus (souhaitable).

DUREE : 4-6 mois

CENTRE

CEA/Cesta (DAM/BOR)
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

CONTACT

NADAL François
E-mail : francois.nadal@cea.fr
CARRERE Philippe, HOURDIN Laurent
E-mail : philippe.carrere@cea.fr, laurent.hourdin@cea.fr

CONTEXTE : Lorsqu'une sonde stellaire rencontre les couches denses de l'atmosphère, c'est-à-dire lorsqu'elle débute la phase de rentrée dite endo-atmosphérique précédant l'atterrissage, l'amplitude des efforts aérodynamiques sur le bouclier thermique (nulle en phase exo-atmosphériques) augmente sensiblement pour atteindre des valeurs de l'ordre de plusieurs centaines de kilonewtons. Dans une telle configuration, et moyennant une bonne connaissance de l'accélération de la sonde, il est possible de remonter au torseur des efforts aérodynamiques en utilisant un dispositif appelé « balance d'efforts » situé à l'interface entre le bouclier thermique et le corps de l'objet contenant la charge utile.

La mise au point d'un tel dispositif comprend :

- (1) une phase de définition/conception/réalisation,
- (2) une phase d'instrumentation et
- (3) une phase d'étalonnage.

Durant la première phase, il est nécessaire d'effectuer un travail théorique d'aide à la conception, de type "mécanique des milieux continus". Le but d'une telle étude est d'estimer la déformation des éléments mécaniques de la balance « utiles » à la mesure : les poutres. De là, une relation linéaire entre torseur des efforts appliqués et déformation locale des poutres peut être proposée. Lorsque la méthode de conditionnement des unités de mesure (jauges de déformation, fibres à réseau etc) est figée, la relation torseur des efforts appliqués \rightarrow déformation locale peut être étendue à une relation linéaire entre torseur des efforts appliqués et signal électrique mesuré. Finalement, en vue de procéder à des mesures en vol, cette relation doit être inversée pour obtenir une relation signal électrique mesuré \rightarrow torseur des efforts appliqués, utilisable au plan pratique.

OBJECTIFS : L'objectif du stage proposé est d'étudier le comportement d'une balance d'efforts dite « 4 poutres », dont l'analyse est relativement simple et qui constitue un système modèle indispensable à la mise au point de balances plus élaborées (16 poutres). Le stage comprendra les tâches suivantes:

- Etude bibliographique sur les balances d'efforts ;
- Analyse mathématique et numérique d'une balance simple à 4 poutres, prédiction théorique des relations de passage linéaires torseur des efforts \rightarrow déformation locales ;
- Recherche d'une configuration instrumentation/conditionnement optimisée, puis calcul de la relation torseur des efforts \rightarrow signal électrique ;
- Calcul de la relation inverse signal électrique mesuré \rightarrow torseur des efforts ;
- Extension des travaux à une balance de vol 16 poutres ;

Domaines : Mécanique des milieux continus, Algèbre linéaire.

Compétences requises : Calcul différentiel, Analyse par éléments finis.

DUREE : Césure ou 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/Cesta (DAM/BOR)
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

CONTACT

NADAL François
E-mail : francois.nadal@cea.fr
CARRERE Philippe, HOURDIN Laurent
E-mail : philippe.carrere@cea.fr, laurent.hourdin@cea.fr

CONTEXTE : Depuis la preuve de principe (voir "Deep learning for NLTE spectral opacities" dans Physics of Plasma), au CEA-DAM et au travers de collaborations internationales, la stratégie IA suivante a été adoptée dans des simulations hydrodynamiques pour les expériences de fusion par confinement inertiel (FCI) : les calculs coûteux des opacités spectrales HETL (Hors équilibre thermodynamique local) ont été remplacés par un méta-modèle de type réseau de neurones profonds. Cela permet d'une part d'accélérer les simulations, et d'autre part d'envisager de nouvelles simulations, avec une physique plus précise. Afin de pouvoir utiliser largement et en toute confiance ces réseaux, les techniques d'apprentissage actif doivent être étudiées. Pour aller vers des données HETL plus précises, il faudra revoir l'architecture de nos réseaux, et potentiellement utiliser les techniques de transfert d'apprentissage, lorsque les données sont rares.

OBJECTIFS : Des données HETL d'intérêt pour la FCI seront fournies, sur des gaz tels que le Krypton et l'Argon. Après avoir construit les réseaux de neurones sur ces données, le(a) stagiaire étudiera l'extension de ces réseaux vers de nouvelles données, soit produites par le même code dans des domaines différents, soit dans le même domaine mais avec des données plus précises et plus rares. Dans le premier cas, il s'agit de mettre en place de l'apprentissage actif : comment détecte-t-on de nouvelles données et comment les utilise-t-on pour ré-entraîner un modèle qui étend son domaine de validité? Les résultats obtenus permettront une utilisation de ces modèles avec confiance. Dans le deuxième cas, il faudra certainement augmenter la capacité de nos modèles, et utiliser le transfert d'apprentissage. Des modèles sur des données plus précises permettent d'envisager la résolution de problèmes inverses en spectroscopie (c'est-à-dire de remonter aux caractéristiques du plasma et du rayonnement à partir de spectres expérimentaux). Le(a) stagiaire construira de nombreux modèles d'IA (auto-encodeurs, FFNN, convolutionnels), mènera l'analyse statistique des données et des résultats des diverses approches qu'il(elle) testera. Un intérêt pour la physique des plasmas ou pour la FCI serait un réel avantage.

DUREE : Césure ou 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

KLUTH Gilles
E-mail : gilles.kluth@cea.fr
GILLERON Franck
E-mail : franck.gilleron@cea.fr

CONTEXTE : L'unité d'accueil développe et met en œuvre différents systèmes de détection et de contrôle non destructif. Elle a une certaine expertise dans la mise en œuvre en chantier de mesures gamma et de radiographie. Le laboratoire d'accueil dispose entre autres d'instrumentation X, de salles d'irradiation et de capacités de calcul. Une des activités consiste à faire des mesures ou autre en étant aligné sur la source de rayonnement gamma étudiée. Un dispositif permettant de faciliter cet alignement serait une nouveauté et un plus pour nos activités.

OBJECTIFS : L'objectif du stage est d'étudier et de réaliser un prototype de dispositif opto-mécanique capable d'assister l'utilisateur, ou automatiquement, d'orienter un axe laser en direction d'une source de rayons gamma. Ce dispositif sera composé d'une partie de collimation et d'imagerie X, de capteurs X des plus sensibles, d'une mécanique de supportage et de réglage ainsi qu'une électronique de traitement du signal et d'interface avec l'utilisateur. Un principe de solution sera proposé à l'étudiant(e) qu'il(elle) pourra faire évoluer. Le dimensionnement sera à établir selon les contraintes d'un cahier des charges, ainsi qu'une étude de faisabilité suivant l'existant et des simulations qui seront à développer. Des mesures de laboratoires appuieront ces simulations et les choix de conception. Une étude mécanique sera faite pour mettre en réalisation les maquettes d'essais ainsi que le prototype. S'en suivront essais et mise au point de ce dernier.

A l'issue du stage, le(la) stagiaire aura acquis des compétences en instrumentation et mesure nucléaires ; des compétences en gestion de projet et création de produit, de la conception au prototypage selon une étude fonctionnelle à établir ; des compétences en simulation des interactions et instrumentation gamma ; des compétences en électronique et informatique industrielle de traitement du signal et interface utilisateur.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

RABEC LE GLOAHEC Marc
E-mail : marc.rabec-le-gloahec@cea.fr
LAURENT Benoit
E-mail : benoit.laurent@cea.fr

CONTEXTE : Qu'il s'agisse d'incendies, d'inondations, de chutes de charges, d'impacts quelconques ou d'explosions externes voire internes, les scénarios étudiés pour concevoir les installations nucléaires sont établis dans l'objectif de rendre l'ouvrage structurellement robuste. La prise en compte d'exigences de sûreté de plus en plus strictes lors de la conception de nouvelles installations nucléaires a un impact direct sur leur dimensionnement. Afin de maîtriser certains de ces événements, des logiciels de calculs d'éléments finis permettent la modélisation et la simulation d'une structure quelconque soumise à diverses contraintes

OBJECTIFS : Dans le cadre de ces travaux de stage, un intérêt sera porté au phénomène des explosions externes et des pressions engendrées par celles-ci et plus particulièrement à l'impact de l'effet de masquage par une structure de type charpente métallique sur la propagation du front d'onde.

Dans une démarche numérique se plaçant dans un contexte de projet, une modélisation complète par analyse temporelle sera développée. L'action de l'explosion sera représentée par une surpression aérienne incidente de forme triangulaire et à front raide sur chacune des parois de l'ouvrage exposé.

Les simulations d'explosion seront réalisées en régime dynamique, intégrant les non-linéarités comportementales et géométriques du modèle afin de tenir compte des grands déplacements, des déformations plastiques, des lois de comportement matériaux, et des interactions entre fluides et structures. L'ampleur des non-linéarités et la brièveté du phénomène imposent le choix d'une méthode de calcul aux éléments finis en formulation explicite, intégrant un solveur lagrangien (calcul de structures), un solveur eulérien (calculs fluidiques), ainsi qu'un algorithme de couplage entre les deux (interaction fluide/structure). Les calculs seront réalisés avec LS-DYNA, particulièrement adapté à l'étude en dynamique rapide des interactions fluide/structure.

Une analyse de sensibilité sur la propagation de l'onde d'explosion sera in fine menée pour étudier la corrélation entre les caractéristiques géométriques et mécanique de la structure métallique masquant l'ouvrage de génie civil et la pression incidente sur ce dernier.

La mission sera décomposée en trois points majeurs :

1. Définir et modéliser le comportement d'une structure soumise à un chargement de type explosion.
2. Etudier le comportement de la structure définie sous l'effet du masquage par un élément structurel de type charpente métallique.
3. Par corrélation, analyser l'impact et la sensibilité du masquage sur la réponse de la structure génie civil.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

ROUZAUD Christophe
E-mail : christophe.rouzaud@cea.fr
BOUTIN Vincent
E-mail : vincent.boutin@cea.fr

CONTEXTE : Au CEA-Gramat, des expériences de caractérisation dynamique des matériaux sont réalisées grâce à des lanceurs à gaz ou à poudre et également grâce à des générateurs électriques de Hautes Puissances Pulsées. La durée très courte de ces expériences, de quelques nanosecondes à quelques μ secondes, nécessite l'utilisation de diagnostics laser très rapides. Des têtes optiques permettent de focaliser le faisceau laser sur le matériau à tester et récupèrent ensuite le faisceau laser réfléchi. Pour cela, il est nécessaire que la surface du matériau visée soit réfléchissante à la longueur d'onde du laser. Ainsi, le CEA Gramat réalise des dépôts de quelques centaines de nanomètres sur les matériaux d'études dont la nature peut être de l'aluminium, de l'argent, ou de l'or à l'aide d'un métalliseur PLS500.

OBJECTIFS : Le sujet porte sur l'amélioration des procédés mis en place sur ce métalliseur PLS500 possédant 3 modules de dépôt, par évaporation, par radiofréquence, et par mine de graphite. Les travaux porteront par exemple sur la qualité du dépôt, ou sur le temps de réalisation.

Le(la) stagiaire pourra également utiliser un microprofilomètre optique afin de caractériser les dépôts réalisés en épaisseur ainsi que la rugosité de surface.

Le(la) stagiaire aura pour objectifs de :

- Prendre en main la machine,
- Remettre en route un procédé de dépôt carbone existant,
- Améliorer la maîtrise de l'épaisseur du dépôt grâce au module d'épaisseur de dépôt,
- Faire une synthèse des dépôts réalisables avec les 3 modules disponibles,
- Proposer des solutions pour améliorer l'adhérence des dépôts et rédiger les protocoles expérimentaux.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Gramat
BP 80200 – 46500 Gramat, Occitanie
E-mail : stage.gramat@cea.fr
Tél : 05-65-10-54-32

CONTACT

BERGEY Sébastien
E-mail : sebastien.bergey@cea.fr

CONTEXTE : Les procédés de projection thermique et pneumatique permettent de réaliser des revêtements sur des pièces afin de conférer des propriétés fonctionnelles. Dans le cadre de la projection pneumatique robotisée, l'objectif est de développer des revêtements de peintures chargées sur des pièces de géométrie complexe tout en maîtrisant l'épaisseur, la qualité du revêtement final ainsi qu'une bonne répartition des charges.

OBJECTIFS : Le stage porte sur l'étude de procédés de projection pneumatique en vue de maîtriser les caractéristiques de dépôts de peintures chargées. Les différents enjeux sont de s'assurer d'un taux de charge constant, de maîtriser l'épaisseur variable sur des formes complexes, le tout avec un rendu final de peinture sans défauts.

Pour cela, un travail préalable de bibliographie sur le sujet sera nécessaire sur les peintures chargées, les procédés de projection pneumatiques et la relation paramètres du procédé / microstructure du revêtement.

Il est attendu du (de la) candidat(e) qu'il(elle) soit autonome, force de proposition, doté(e) d'une bonne organisation, rigoureux(se) et minutieux(se), sachant synthétiser ses résultats et rapporter ses travaux.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

CEA/Le Ripault
BP 16 – 37260 Monts, Centre-Val de Loire
E-mail : stage.ripault@cea.fr
Tél : 02-47-34-40-00

CONTACT

MAESTRACCI Raphaël
E-mail : raphael.maestracci@cea.fr

CONTEXTE : Au sein du CEA Le Ripault, vous travaillerez dans une unité en charge de caractérisations dont une partie de l'activité consiste à suivre les paramètres intrinsèques aux différents matériaux d'intérêt. Dans ce cadre, l'unité est amenée à stocker et à gérer un nombre important d'éprouvettes et doit en assurer un suivi continu.

OBJECTIFS : L'objectif du stage est de travailler sur différents axes permettant d'améliorer les méthodes et moyens de stockage ainsi que le suivi des éprouvettes.

Différents axes de travail sont identifiés pour mener à bien la mission :

- Proposer des solutions de stockage plus adaptées au besoin : conception 3D et fabrication de prototypes (fabrication additive) permettant de valider les concepts, de les améliorer et de les lancer en fabrication.
- Mettre en place des outils permettant d'améliorer le suivi opérationnel des moyens de stockage des éprouvettes (suivi du fonctionnement, alertes en cas de panne, reporting) : analyse du besoin, recherche de solutions avec le matériel existant, échange avec les fournisseurs.
- Participer au développement d'un système de gestion et de traçabilité : amélioration et fiabilisation des bases actuelles, participation à la description de besoin et aux échanges avec les fournisseurs.

Le(la) stagiaire devra faire preuve de créativité pour imaginer les meilleures solutions pour chaque type d'échantillon. Une maîtrise des outils de conception et de réalisation d'objet en fabrication additive serait un plus.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/Le Ripault
BP 16 – 37260 Monts, Centre-Val de Loire
E-mail : stage.ripault@cea.fr
Tél : 02-47-34-40-00

CONTACT

MAILLOU Thierry
E-mail : thierry.maillou@cea.fr
PAGERIE Vincent
E-mail : vincent.pagerie@cea.fr

SÉCURITÉ DU TRAVAIL ET DES BIENS - RADIOPROTECTION

CONTEXTE : L'unité d'accueil exploite un accélérateur électrostatique de Van de Graaff 7MV de type tandem afin de produire des faisceaux de particules. Deux nouvelles sources d'ions ont été installées fin 2019 et une mise en service par partie a été réalisée (source de type TORVIS en mode "froid"). Afin de finaliser la mise en service complète de ces sources (source TORVIS et SNICS en mode "chaud"), il est nécessaire de rédiger un dossier de sécurité associé.

OBJECTIFS : Lors de ce stage, nous proposons de procéder à l'identification des risques générés par l'utilisation de sources d'ions dites "chaudes", c'est-à-dire nécessitant la mise en œuvre d'éléments présentant un risque de pyrophoricité. Par ailleurs, pour des contraintes d'exploitation, il faut envisager le maintien en fonctionnement de ces sources d'ions jour et nuit. Le(a) stagiaire devra donc réaliser l'analyse des risques puis rédiger un dossier de sécurité qui servira de base pour les demandes d'autorisation de fonctionnement au directeur de centre et à l'autorité de sûreté nucléaire.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CONTACT

CEA/DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon, Ile-de-France
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

OSMOND Mélanie
E-mail : melanie.osmond@cea.fr

CONTEXTE : Réactualisation et mise à jour de l'Evaluation du Risque Chimique.

OBJECTIFS : Après avoir effectué un relevé exhaustif des produits chimiques utilisés dans plusieurs bâtiments, il sera demandé :

- une analyse, après un échange avec les utilisateurs, de l'utilité de conservation de tous les produits chimiques,
- la recherche des Fiches de Données de Sécurité des produits,
- la mise à jour de l'affichage et de l'entreposage de l'existant,
- l'analyse et la synthèse du risque lié à la mise en oeuvre de ces produits par l'utilisation d'un document et d'une méthodologie existante sur le centre.

La méthodologie d'analyse du risque lié à l'utilisation de produits chimiques au sein d'une entreprise est un des pré-requis nécessaire à la maîtrise de l'environnement et de la connaissance du milieu de travail pour tout préventeur en charge de la rédaction du document unique.

Cet exercice permet de se familiariser avec la conjonction des actions de terrain, de réalité d'utilisation, d'échanges avec les opérateurs. Il permet également de réaliser un travail d'analyse par la rédaction d'un document lié à une étude de risque et à la mise en oeuvre de barrières de protections adaptées ou d'interdiction d'utilisation.

DUREE : 6 mois

Sécurité du travail et des biens -
Radioprotection

CENTRE

CONTACT

CEA/Valduc
21120 Is-sur-Tille, Bourgogne-Franche-Comté
E-mail : stage.valduc@cea.fr
Tél : 03-80-23-40-00

DEMEUSY CYRILLE
E-mail : cyrille.demeusy@cea.fr

SUPPORT À LA PRODUCTION

CONTEXTE : Dans le cadre du projet qui vise à rénover l'outil industriel du site du Ripault, le CEA va réceptionner dans un nouveau bâtiment de production, une quarantaine de procédés de fabrication (procédés d'usinage, de contrôle et d'assemblage).

A partir de janvier 2024, les nouveaux procédés livrés devront fonctionner en respectant un taux de disponibilité objectif pour atteindre la cadence de fabrication souhaitée.

OBJECTIFS : L'objectif du stage est de définir les bonnes pratiques à mettre en place dès réception des procédés pour garantir les taux de disponibilité objectifs :

- méthodologie de validation de la complétude des dossiers d'ouvrage exécutés livrés avec les procédés,
- bonnes pratiques d'archivage des dossiers d'ouvrage exécutés,
- méthodologie de validation des formations des utilisateurs et maintenanciers des procédés,
- réalisation d'AMDEC en collaboration avec les fabricants des procédés, les opérateurs et le maintencier site : validation des gammes de maintenance, élaboration des stratégies de stockage de pièces de rechange.

DUREE : 5-6 mois

CENTRE

CEA/Le Ripault
BP 16 – 37260 Monts, Centre-Val de Loire
E-mail : stage.ripault@cea.fr
Tél : 02-47-34-40-00

CONTACT

LEROUX ANTOINE
E-mail : antoine.leroux@cea.fr
GAUTHIER JULIE
E-mail : julie.gauthier@cea.fr

SÛRETÉ NUCLÉAIRE

CONTEXTE : Les installations existantes de gestion des déchets du Centre CEA Valduc font l'objet de nombreuses améliorations afin de renforcer la sûreté globale dans le cadre de Programme d'Amélioration Sûreté Sécurité et de nouvelles installations sont actuellement en cours de réalisation.

Dans ce cadre, pour les installations existantes, les référentiels de sûreté doivent être mis à jour et pour les installations nouvelles, ils doivent être rédigés. Ces dossiers de sûreté sont instruits par l'IRSN pour qu'ils puissent ensuite être autorisés par l'Autorité de Sûreté Nucléaire.

OBJECTIFS : Encadré(e) par l'Ingénieur Sûreté Nucléaire d'Installation et par le Chef d'Installation, l'étudiant(e) devra participer à la rédaction d'études de sûreté d'installations existantes et d'installations en cours de construction puis suivre les processus d'instruction de ces dossiers afin d'aboutir à l'obtention des autorisations nécessaires à l'exploitation.

DUREE : Césure ou 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/Valduc
21120 Is-sur-Tille, Bourgogne-Franche-Comté
E-mail : stage.valduc@cea.fr
Tél : 03-80-23-40-00

CONTACT

COMMUNAUX Mickaël
E-mail : mickael.communaux@cea.fr
DOUCHE Christophe
E-mail : christophe.douche@cea.fr

CONTEXTE : Au sein de l'unité en charge des transports, le bureau transport a pour vocation de garantir à la Direction du centre de Valduc le respect des règles de transport de marchandises dangereuses, en interne centre et sur la voie publique. Au sein de cette même unité, le pôle emballage de transport a pour vocation de s'assurer de l'adéquation des besoins d'emballages avec les autorisations d'utiliser ces emballages en interne centre, le cas échéant d'élaborer les démonstrations de sûreté nécessaires à l'obtention des autorisations de transport interne sur le site de VALDUC, voire de concevoir, et mettre en œuvre selon le besoin, un nouvel emballage de transport, ainsi que les autorisations associées.

OBJECTIFS : Au sein du pôle emballage de transport, le(la) candidat(e) participera en relation avec l'Ingénieur Sûreté Nucléaire Transport à l'élaboration de ces démonstrations de sûreté nécessaires à l'obtention des autorisations. L'objectif de ce stage, fonction des capacités du(de la) candidat(e), de son intérêt pour les divers sujets et de la durée de son stage consiste en :

- 1- L'élaboration de démonstrations types pour la radiolyse, la thermolyse et le confinement des matières au sein du colis.
- 2- L'élaboration de démonstrations de tenue mécanique aux conditions normales et accidentelles de transport.
- 3- La participation à la mise à jour de certains documents opérationnels découlant des démonstrations.
- 4- La conduite de contrôles de 1er niveau afin de vérifier sur le terrain le respect du référentiel. Programme de contrôle à mettre en place puis Fiches d'Amélioration et Plans d'Actions.

DUREE : 4-6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/Valduc
21120 Is-sur-Tille, Bourgogne-Franche-Comté
E-mail : stage.valduc@cea.fr
Tél : 03-80-23-40-00

CONTACT

SALGUEIRO Paulo
E-mail : paulo.salgueiro@cea.fr

CONTEXTE : L'unité d'accueil du stagiaire a en charge la définition, le dimensionnement, et la construction des futures installations de traitement des déchets et d'entreposage des produits nucléaires recyclables. En complément, cette unité doit également élaborer et instruire le référentiel des installations nouvelles en lien avec l'Autorité de Sûreté Nucléaire Défense (ASND).

Le Programme d'Amélioration de la Sûreté et de la Sécurité en cours doit prolonger l'exploitation des installations individuelles d'entreposage et de traitement des déchets liquides et solides. L'unité doit instruire, dès à présent, les dossiers relatifs à la définition des infrastructures qui viendront en remplacement. La caractérisation des activités et des procédés à pérenniser, et l'établissement du DOssier d'option de Sûreté (DOS) .

OBJECTIFS : Le stage s'articule autour de cette dernière échéance et vise à produire les éléments d'analyse nécessaires à la rédaction du DOS. Sur la base des procédés de traitement identifiés et ceux déjà mis en œuvre sur les installations actuelles, le travail consistera à :

- * définir la démarche à adopter pour procéder à l'analyse des risques,
- * réaliser l'analyse des risques,
- * proposer les options de sûreté adaptées.

DUREE : 4-6 mois

CENTRE

CEA/Valduc
21120 Is-sur-Tille, Bourgogne-Franche-Comté
E-mail : stage.valduc@cea.fr
Tél : 03-80-23-40-00

CONTACT

VICHOT laurent
E-mail : laurent.vichot@cea.fr

SYSTÈMES D'INFORMATION

CONTEXTE : L'unité d'accueil est spécialisée en métrologie nucléaire et exploite des méthodes de caractérisations non destructives, et principalement la spectrométrie gamma.

Afin d'améliorer la performance et d'automatiser le processus complexe de mesure par spectrométrie gamma, l'unité a développé un ensemble de technologies qui apportent une amélioration substantielle à cette technique.

OBJECTIFS : L'objectif de ce stage est de mettre en place la base de données qui hébergera les données de mesures et les résultats des analyses. Cette base de données pourra être déployée sur un serveur déporté, sur un serveur local, ou embarquée sur un instrument de mesure.

Dans un contexte technologique riche, le(la) stagiaire accompagnera les ingénieurs de l'unité d'accueil durant le développement de cette base de données et de ses interfaces.

Éléments clefs:

- Le schéma de la base de données est défini.
- Un module de gestion spécifique développé en Python 3 permet de contrôler la base de données.
- La base de données sera accessible via une API REST développée en Python 3 (avec le module Fast API).
- La base de données sera conteneurisée avec Docker.
- La base de données sera munie d'un système de gestion des droits d'accès aux données.
- L'ensemble des développements seront regroupés dans un répertoire Git.
- Les développements seront validés par le peuplement d'une instance de démonstration de la base de données.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/Valduc
21120 Is-sur-Tille, Bourgogne-Franche-Comté
E-mail : stage.valduc@cea.fr
Tél : 03-80-23-40-00

CONTACT

THIS Kélian
E-mail : kelian.this@cea.fr
COLAS Sébastien
E-mail : sebastien.colas@cea.fr

**THERMOHYDRAULIQUE
ET
MÉCANIQUE
DES FLUIDES**

CONTEXTE : Un aéronef effectuant une rentrée atmosphérique évolue typiquement dans des régimes hypersoniques. Sous de telles conditions, une onde de choc apparaît autour du véhicule, au sein de laquelle l'air incident est fortement comprimé et ralenti. Il en résulte une augmentation drastique de la température, qui déclenche de nombreux processus physico-chimiques tels que la dissociation, l'ionisation et l'excitation électronique des molécules et des atomes. Les flux thermiques intenses auxquels sont soumis les matériaux de paroi peuvent potentiellement mettre en péril l'intégrité du véhicule. Afin de s'affranchir de ce type de dommages, le système de protection thermique est spécifiquement conçu pour absorber une partie importante de l'énergie incidente via sa dégradation graduelle durant la phase de rentrée atmosphérique.

Afin de pouvoir maîtriser davantage ce phénomène d'ablation, il est primordial de mieux comprendre les interactions complexes mises en jeu entre l'écoulement et le bouclier thermique. Les modèles d'ablation implémentés dans le code d'aérothermique du CEA/CESTA reposent actuellement sur deux paradigmes. Le premier permet de réaliser des simulations aérothermiques rapidement, mais repose en contrepartie sur de nombreuses hypothèses physiques (équilibre chimique, pas d'injection de nouvelles espèces chimiques dans l'écoulement) qui peuvent être mises en défaut lors d'une phase de rentrée complète. La seconde modélisation permet de passer outre les approximations précédentes en caractérisant l'ensemble des réactions thermo-chimiques d'oxydation et de sublimation à la paroi et leurs impacts sur l'écoulement. Néanmoins, son utilisation reste encore relativement coûteuse en terme de temps de calculs, car elle nécessite de résoudre, au sein du système Navier-Stokes, les équations de conservation de la masse pour chacune des nombreuses espèces chimiques potentiellement présentes dans l'écoulement.

OBJECTIFS : Dans ce contexte, l'objectif du stage consistera à préparer la mise en œuvre d'un modèle d'ablation intermédiaire, plus pertinent d'un point de vue physique que le premier modèle et plus rapide informatiquement que le second. Cette troisième stratégie reposera sur la conservation des éléments chimiques (dont le nombre reste limité) plutôt que sur celle des espèces chimiques. Dans un tel cas de figure, si l'hypothèse d'un équilibre chimique restera de mise, le nouveau paradigme permettra de tenir compte, dans l'écoulement, des espèces chimiques issues de la dégradation du matériau. En pratique, il s'agira de réécrire les équations de conservation en termes d'éléments chimiques et de les implémenter dans le code d'aérothermique. Un appel à un solveur d'équilibre chimique sera également nécessaire pour remonter aux proportions d'espèces chimiques dans le gaz.

DUREE : Césure ou 6 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CONTEXTE : Lors de sa rentrée dans l'atmosphère terrestre, un véhicule spatial traverse à très grande vitesse les différentes couches de celle-ci. Ces couches présentent d'importantes variations de masse volumique et de température avec l'altitude, donnant lieu à différents régimes d'écoulement desquels dépendent fortement les sollicitations aérodynamiques et thermiques subies par un véhicule de rentrée. Afin d'anticiper ces sollicitations, des essais en soufflerie peuvent être réalisés. On se place ici en régime dit raréfié. Le laboratoire CNRS/ICARE dispose notamment de la soufflerie MARHy, permettant de générer des écoulements raréfiés sur une large gamme de nombres de Mach et de Knudsen. Cette soufflerie a été récemment utilisée dans le cadre du projet ANR APHYRA afin de caractériser expérimentalement les performances aérodynamiques (portance, traînée, finesse) de plusieurs géométries de véhicules de rentrée type planeurs hypersoniques pour différents nombres de Mach et de Knudsen.

OBJECTIFS : Le stage s'inscrit dans la suite de ce projet APHYRA. Il vise à compléter les données expérimentales obtenues dans le cadre de celui-ci en étudiant l'effet de l'ajout d'un volet sur les performances aérodynamiques d'un planeur hypersonique. Pour ce faire, l'étudiant(e) participera à la conception des différentes maquettes testées et sera responsable de la campagne d'essais visant à caractériser l'influence du volet. Lors de cette campagne, des mesures de forces par balance aérodynamique et des visualisations d'écoulement par glow discharge seront réalisées pour différents angles d'incidence du planeur et différentes conditions d'écoulements (Mach, Knudsen). L'angle du volet sera également varié pour étudier son influence sur la finesse de l'objet.

En parallèle de la campagne expérimentale, quelques simulations numériques type DSMC (Direct Simulation Monte Carlo) avec les logiciels DS3V ou SPARTA pourront être réalisées afin de vérifier la capacité des codes de simulation à reproduire les observations expérimentales.

DUREE : 6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CONTEXTE : Lors de sa rentrée dans l'atmosphère terrestre, un véhicule spatial subit d'importants efforts aérodynamiques et thermiques, qu'il est nécessaire de connaître a priori afin de garantir l'intégrité de l'objet. Afin de déterminer ces efforts, le CEA dispose de solveurs d'aérodynamique dit « haute fidélité », qui résolvent de manière approchée les équations de l'écoulement (Navier-Stokes/Boltzmann) et dont l'utilisation peut s'avérer longue et coûteuse, notamment lorsqu'il s'agit de calculer une trajectoire de rentrée complète. A l'inverse, le CEA dispose également d'un code de calcul « avant-projet » rapide de coefficients aérodynamiques, basés sur des corrélations analytiques et empiriques. Ces corrélations n'étant pas exactes, il est nécessaire d'identifier leurs domaines de validité.

OBJECTIFS : L'objectif principal du stage est donc de participer à la validation de ce code de calcul rapide. Pour ce faire, l'étudiant(e) confrontera les résultats de calculs avec les nombreuses données expérimentales de la littérature (mesure de forces, profils de pression et température pariétales) sur des formes géométriques simples. Il/elle utilisera également les données expérimentales obtenues dans le cadre de collaborations avec des laboratoires académiques en soufflerie supersonique et hypersonique en régime continu (basse atmosphère) et raréfié (haute atmosphère). Ces données pourront être complétées par des résultats de simulations « haute fidélité ». En fonction des résultats de comparaison, l'étudiant(e) pourra implémenter de nouvelles corrélations et/ou proposer des améliorations aux modélisations existantes dans le code de calcul. Finalement, un calcul complet de rentrée sur une forme plus complexe (type IXV) pourra être réalisé.

Nous recherchons pour ce stage un(e) étudiant(e) ayant une base solide en modélisation de phénomènes physiques et en programmation, ainsi qu'un goût prononcé pour la simulation numérique. La connaissance des structures de données VTK est un plus.

DUREE : 2-3 mois

POURSUITE EN THESE : Non

CENTRE

CEA/Cesta
BP 2 – 33114 Le Barp, Nouvelle-Aquitaine
E-mail : stage.cesta@cea.fr
Tél : 05-57-04-40-00

CONTACT

TOUSSAINT Damien
E-mail : damien.toussaint@cea.fr
NADAL François
E-mail : francois.nadal@cea.fr

CONTEXTE : Les mélanges turbulents entre des fluides de densité différente représentent un défi pour la modélisation, car ils exigent de comprendre finement les mécanismes en jeu, depuis les plus grandes échelles, soumises à des injections d'énergie parfois complexes, jusqu'aux plus petites où une certaine universalité est attendue. Dans les écoulements d'intérêt au CEA, les mélanges turbulents se font souvent entre des fluides présentant des contrastes de densité forts, loin de la limite classique de Boussinesq. Ceux-ci sont initiés par des instabilités hydrodynamiques dans lesquelles, par exemple, une accélération (variable en temps ou non) déstabilise une interface. Être capable de prédire et modéliser à la fois la croissance du niveau de turbulence, mais aussi l'état du mélange, est donc d'un intérêt capital pour nos applications. Cet objectif de modélisation repose en grande partie sur notre capacité à réaliser des simulations numériques précises.

OBJECTIFS : Dans ce stage, au moyen de notre code massivement parallélisé STRATOSPEC, nous souhaitons explorer l'effet d'une accélération variable en temps sur une zone de mélange turbulent induite par l'instabilité de Rayleigh-Taylor (fluide lourd situé au-dessus d'un fluide léger dans un champ de gravité orienté vers le bas). L'étude, faite dans le cadre de l'approximation de Boussinesq, c'est à dire des petits contrastes de densité, analysera deux configurations fondamentales :

(1) Dans le cas d'une accélération périodique, la zone de mélange se développe puis se stabilise à une valeur que nous souhaiterions déterminer en fonction des paramètres de forçage.

(2) Un changement de signe de la gravité, même pendant une courte période, a un impact fort sur la dynamique globale de l'instabilité de Rayleigh-Taylor. Cet aspect demande à être mieux caractérisé, en particulier son effet sur la taille de la zone de mélange.

Dans un second temps au cours de ce stage, nous souhaiterions étudier la faisabilité d'émuler les résultats de ces simulations par un réseau de neurones physiquement informé (PINNS en anglais). Ce type de réseau est contraint par les lois de conservation de la physique ce qui lui permet de garantir des bonnes propriétés des solutions. Le but sera de pouvoir restituer fidèlement et rapidement la dynamique complexe des quantités turbulentes en fonction des paramètres de contrôle de l'écoulement afin d'améliorer les fermetures des modèles de turbulence.

Ce sujet pourra être poursuivi en thèse et adapté au cas plus complexe de la turbulence à forts contrastes de densité.

DUREE : 5-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

BRIARD Antoine
E-mail : antoine.briard@cea.fr
GREA Benoit-Joseph
E-mail : benoit-joseph.grea@cea.fr

CONTEXTE : Afin de prédire les mélanges turbulents, qui interviennent notamment dans les expériences de fusion par confinement inertiel (FCI), le CEA-DAM développe depuis plusieurs années une stratégie reposant sur l'apprentissage par les données (IA). De nombreuses techniques sont ainsi mises en œuvre, allant de la régression symbolique parcimonieuse jusqu'aux réseaux de neurones profonds. Ces méthodes peuvent s'appuyer sur de larges bases de simulations numériques directes d'écoulements turbulents, comme par exemple l'instabilité de Rayleigh-Taylor, qui servent par ailleurs de références pour calibrer et améliorer les modèles physiques de mélange turbulent. L'objectif est, in fine, d'obtenir par IA des modèles précis, interprétables et peu coûteux, pouvant être intégrés facilement dans les codes de calcul multiphysiques.

OBJECTIFS : Dans ce stage, on se propose d'évaluer les performances de réseaux de neurones physiquement informés (ou PINNS en anglais) afin de reproduire les résultats de modèles de turbulence complexes. L'objectif est de pouvoir émuler sur une plateforme Python commune les modèles, d'en accélérer les calculs, et ainsi d'en faciliter la comparaison et la calibration sur les bases de données de simulations numériques. L'objectif de l'utilisation des PINNS, qui intègrent les équations des modèles dans la fonction coût pour l'apprentissage du réseau, est de garantir des résultats fidèles aux modèles et ne nécessitant point un développement de schémas numériques complexes afin d'en résoudre les équations. Cette émulation de modèles complexes par apprentissage permet de plus la création de plateformes numériques dans lesquelles des modèles d'IA peuvent apprendre en minimisant les observables d'intérêt, et non l'erreur au sens des moindres carrés des sorties du modèle. Ce stage pourra se poursuivre dans le cadre d'une thèse.

DUREE : 5-6 mois

POURSUITE EN THESE : Possible

CENTRE

DAM Île-de-France
Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon
E-mail : stage.dif@cea.fr
Tél : 01-69-26-40-00

CONTACT

GREA Benoit-Joseph
E-mail : benoit-joseph.grea@cea.fr
KLUTH Gilles
E-mail : gilles.kluth@cea.fr

