



# **RECUEIL DES OFFRES DE STAGE**

---

**au CESTA**

**2026**





# PRÉSENTATION

---

## **Le centre CEA/Cesta**

*Centre d'études scientifiques et techniques  
d'Aquitaine*

Le CESTA, un des 5 centres de la Direction des applications militaires du CEA, rassemble 1000 salariés dans un centre de 700 hectares au cœur de la Nouvelle Aquitaine, au sud de la Gironde entre Bordeaux et Arcachon.

Le CESTA conduit la conception d'ensemble des têtes nucléaires de la force de dissuasion française avec des méthodes d'ingénierie collaborative intégrée. Il assure également la démonstration de la fiabilité, de la sûreté et des performances (tenue aux environnements, furtivité électromagnétique, rentrée atmosphérique...) dans une démarche de simulation basée sur le triptyque « modélisation/calculs/essais » mettant en œuvre de la modélisation physique de haut niveau, des calculateurs parmi les plus puissants au monde et un parc exceptionnel de moyens d'essais.

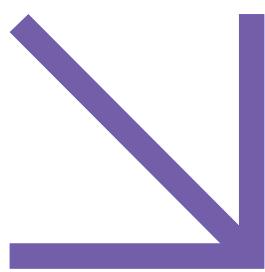
Nous hébergeons la plus grande installation laser d'Europe, LMJ/PETAL (Laser MégaJoule/PETawatt Aquitaine Laser), instrument de recherche exceptionnel qui permet de chauffer et d'étudier la matière aux conditions extrêmes que l'on retrouve lors du fonctionnement des armes ou au cœur des étoiles.

Pour cela, le CESTA accueille une expertise reconnue mondialement, en conception laser, en technologie des composants optiques, en informatique industrielle... Nos travaux offrent en outre l'opportunité de collaboration avec les industriels et les laboratoires de recherche, en Nouvelle-Aquitaine et au-delà, en France et à l'international.

# Thématiques de stage

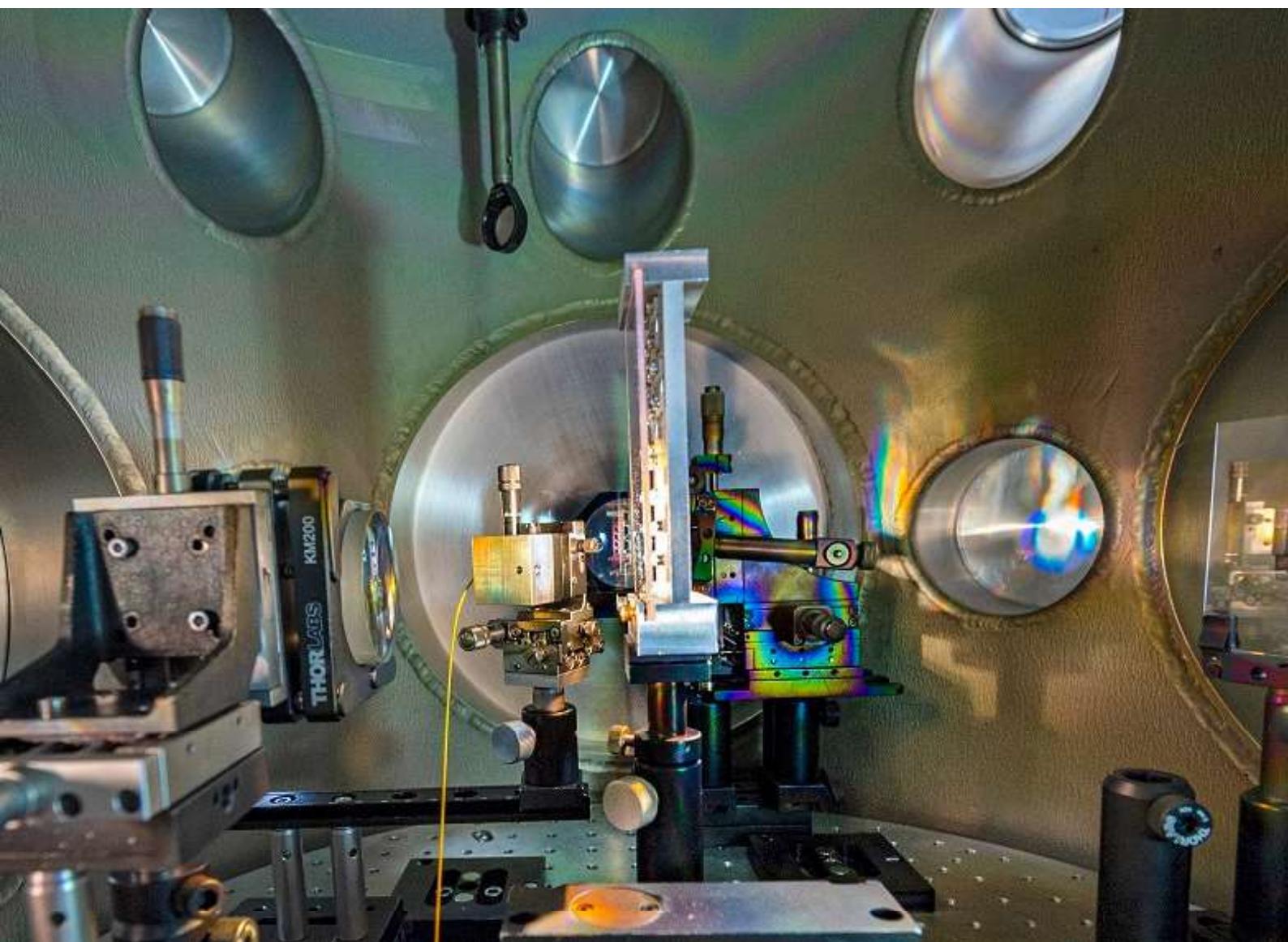


Optique-Laser	04
Electromagnétisme	07
Électronique	13
Aérodynamique	16
Mécanique-Thermique	20
Interaction rayonnement matière	28
Mathématiques appliquées	30
Quantification des incertitudes	38
Informatique	41



04

## OPTIQUE-LASER



## SUJET DE STAGE

### Développement d'une source compacte pour les pilotes des lasers de puissances - H/F

Le Laser Mégajoule (LMJ) est formé de 192 lignes laser constituées d'un ensemble d'amplificateurs permettant d'augmenter l'énergie transportée par un faisceau laser. Ces lignes laser sont injectées par un pilote constitué d'une source laser fibrée et de Module Pré-Amplificateur (MPA) en espace libre. L'objectif principal de la source fibrée et de générer l'impulsion laser, de fixer la longueur d'onde, de définir la largeur spectrale et la forme temporelle de l'impulsion. Le Laboratoire en charge du pilote LMJ dans le Département des Laser de Puissance (DLP) de CEA CESTA développe de nouvelles briques technologiques innovantes pour le pilote afin d'en améliorer les performances. La source actuelle est constitué d'un grand nombre de rack chacun dédié à une fonction. Sa mise en œuvre est complexe et son coût très important pour les laboratoires de soutien au LMJ. Le développement d'une source compacte doit permettre en un seul rack de remplir l'ensemble des fonctions de la source fibrée.

L'objectif de l'alternance est de participer à la réalisation d'une source compacte remplaçant l'ensemble des fonctions élémentaires d'une source fibrée pour un laser de puissance :

- Définition de la longueur d'onde centrale autour de 1053 nm
- Elargissement spectral sur une plage de 50 GHz
- Mise en forme temporelle dans la gamme 1 ns-20 ns

Elle sera constitué d'une diode à dérive de fréquence impulsionnelle qui permettra de répondre aux 2 premières exigences. L'impulsion en sortie de cette diode sera injecté dans un Amplificateur Optique à Semi-conducteurs (SOA). Il permettra une amplification de l'impulsion ainsi qu'une mise en forme temporelle. L'ensemble de ce système devra être inséré dans un rack. Dans le cadre de son sujet, l'alternant fera :

- Revue biblio sur les différentes briques et recherche de solutions techniques,
  - Caractérisation afin de définir un point des fonctionnements d'une diode à dérive de fréquence,
  - Caractérisation afin de définir un point des fonctionnements d'un SOA et de son driver,
  - Réalisation d'une interface de pilotage et mise en rack du système.
  - En fonction de l'avancement, il pourra être envisagé des essais d'injection dans le premier étage d'amplification d'un MPA
- Ce travail sera réalisé dans un laboratoire avec des interactions avec des ingénieurs du projet LMJ mais également avec des chercheurs CEA.

L'objectif de cette alternance sera de proposer une solution alternative compacte à la source fibré LMJ adaptée aux différents laboratoires de soutien à l'installation LMJ.

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 04/2026

Durée souhaitée : 4-6 mois

Formation et compétences souhaitée :

Méthodes / logiciels : Optique

Niveau d'étude préparé : Bac+4/+5

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :

Nom du responsable : MONTANT Sébastien, sebastien.montant@cea.fr

Autre contact : Beau Vincent, vincent.beau@cea.fr

## SUJET DE STAGE

**Etude de l'endommagement multi-tir laser des réseaux  
3w - H/F**

Le Laser Mégajoule (LMJ) est un équipement de recherche qui a pour objectif d'étudier la physique des plasmas ainsi que la fusion nucléaire. Il est équipé de 176 faisceaux, qui délivrent des impulsions lasers nanosecondes, focalisés sur une cible millimétrique au centre de la chambre d'expérience. La principale limitation à l'augmentation de l'énergie des faisceaux laser réside dans la capacité des optiques à résister au flux laser, et ce, malgré la répétition de tir laser au cours de leurs vies. La zone où se produit le plus d'endommagement laser est la fin de chaîne, où le faisceau est convertit dans l'UV. Parmi les composants de cette zone, le réseau 3w est encore plus sensible car sa gravure le rend moins résistant. Actuellement des travaux sont en cours pour étudier les mécanismes d'endommagement des réseaux qui semblent être différents des mécanismes connus pour la silice polie. Ce stage vise à étudier l'endommagement des réseaux 3w lié à la répétition de tir laser. Le premier objectif de ce stage sera de réaliser des tests de tenue au flux laser sur des réseaux 3w afin d'observer l'impact de la répétition de tirs lasers sur l'endommagement laser de la surface gravée (réamorçage de dommage, croissance de dommage, coalescence de dommage). Pour cela, il sera nécessaire de prendre en main un banc d'endommagement laser et de développer le protocole expérimental associé et le mettre en œuvre. Le second objectif de ce stage sera d'étudier la morphologie des dommages engendrés par la répétition de tirs laser. Pour cela, plusieurs caractérisations comme la microscopie optique ou électronique à balayage (MEB) et rugosimétrie seront à utiliser. Enfin, à partir des résultats expérimentaux, un modèle numérique (python, COMSOL) pourra être établi permettant de prendre en compte l'amorçage ou la croissance des dommages. Ce stage allie de l'expérimental sur banc d'essai et de la modélisation.

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 03/2026

Durée souhaitée : 6 mois

Formation et compétences souhaitée :

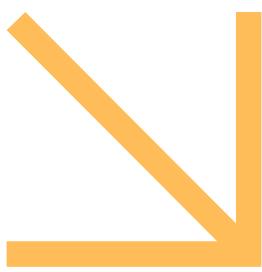
Méthodes / logiciels : Optiques,

Niveau d'étude préparé : Bac+5

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

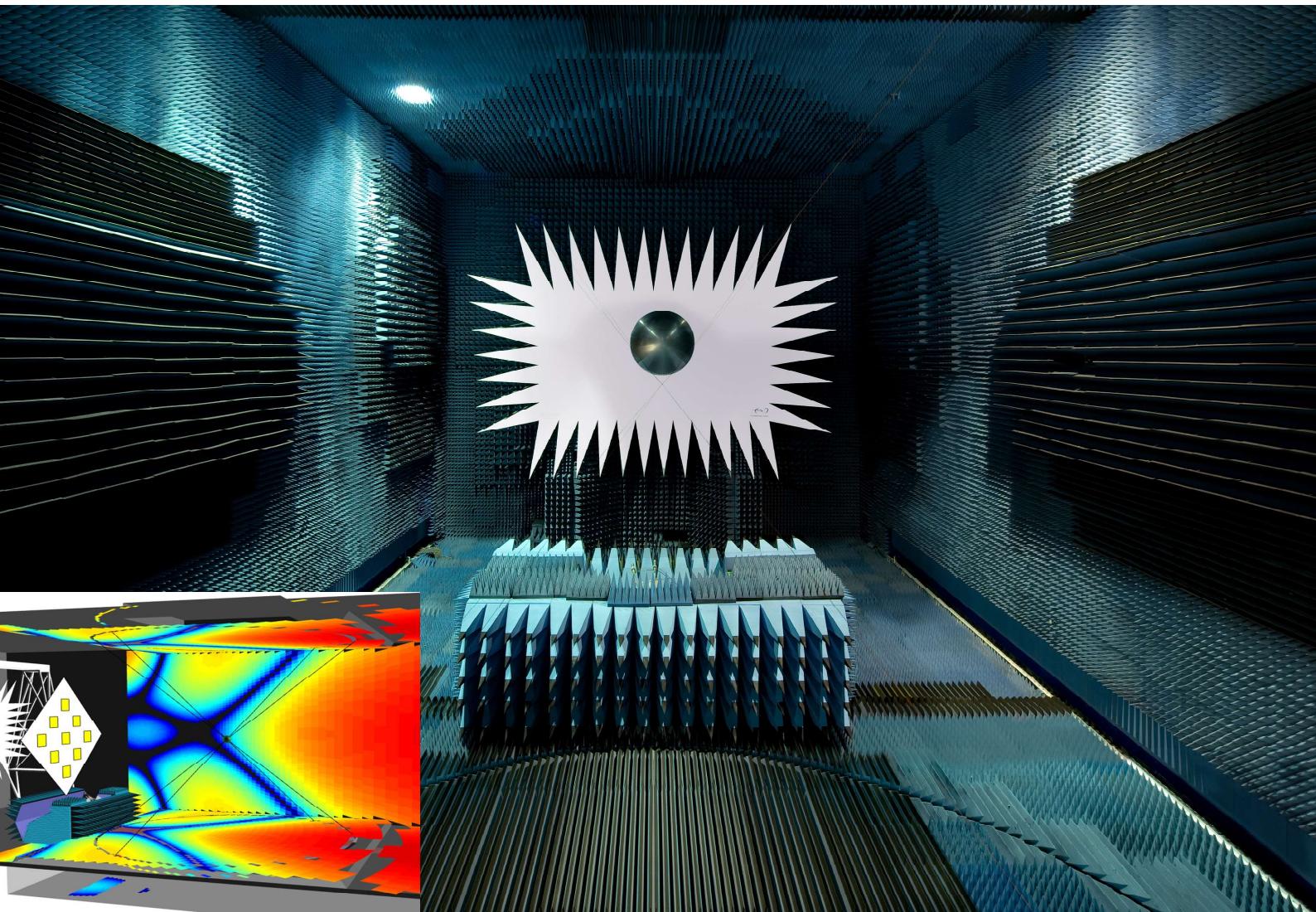
Contacts :

Nom du responsable : MAILLARD Martin, martin.maillard@cea.fr



07

# ELECTROMAGNÉTISME



## SUJET DE STAGE

**Modélisation électromagnétique de métasurfaces basée sur de l'intelligence artificielle - H/F**

Dans le cadre d'une recherche visant à modifier la signature électromagnétique d'objets par le contrôle de la diffraction des ondes, une approche courante consiste à recouvrir ces objets d'un matériau aux propriétés électromagnétiques spécifiques. Ces revêtements, appelés métasurfaces, sont conçus pour optimiser certaines réponses électromagnétiques. Nous nous intéressons plus particulièrement aux métasurfaces à structure périodique, composées d'inclusions de très petite taille par rapport aux longueurs d'onde d'intérêt, intégrées en surface ou à l'intérieur du matériau.

La modélisation précise de ces métasurfaces, basée sur une description exacte de leur géométrie complexe, est souvent inabordable en raison des coûts numériques élevés, notamment lorsqu'il s'agit de revêtir un objet de grande taille. Une simplification efficace consiste à représenter la métasurface par une impédance de surface équivalente, ce qui réduit significativement la complexité des simulations.

Différentes approches de modélisation par impédance existent dans la littérature, mais elles sont parfois insuffisamment précises ou élaborées a posteriori, à partir de simulations numériques ou de résultats expérimentaux liés à la phénoménologie des inclusions. Une méthode prometteuse repose sur l'utilisation de techniques d'intelligence artificielle (IA) permettant d'apprendre cette relation de manière plus générale et prédictive. Cette approche constitue une piste intéressante pour la modélisation de nouvelles métasurfaces, que nous souhaitons explorer au cours du stage proposé.

Le stagiaire prendra en main un code interne de simulation (en Fortran 90) ainsi que des outils numériques de post-traitement (en Python) permettant de modéliser la réponse électromagnétique des métasurfaces. À partir de ces outils, il devra générer une base de données variée de motifs de métasurfaces par simulation, puis explorer différentes méthodes d'apprentissage automatique afin de modéliser la métasurface par une impédance de surface équivalente. L'objectif final est d'identifier les approches d'IA les plus performantes pour obtenir un modèle précis et efficace, adapté aux objectifs définis.

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés.

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

Date de démarrage souhaitée : 03/2026

Durée souhaitée : 5-6 mois

Formation et compétences souhaitée :

Méthodes / logiciels : Machinelearning, Python

Niveau d'étude préparé : Bac+5

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :

Nom du responsable : MOUFID Ilyes, ilyes.moufid@cea.fr

Autre contact : CHOPIN Fabien, fabien.chopin@cea.fr

## SUJET DE STAGE

## Méthode d'ordre élevé pour les équations intégrales en électromagnétisme - H/F

Dans le cadre de sa démarche de garantie par la simulation, le CEA/CESTA développe des codes de calcul 3D pour plusieurs domaines de la physique, dont la furtivité électromagnétique via la résolution de problèmes de diffraction d'ondes. Il est usuel de résoudre ces problèmes par la méthode des équations intégrales de frontière qui consiste à les reformuler en une équation posée sur la surface de l'objet diffractant, l'inconnue est alors un courant surfacique et non un champ vivant dans tout le domaine extérieur. Néanmoins, cette équation (intégrale) est non-locale et sa discréttisation par une méthode éléments finis conduit à un système linéaire plein dont le stockage et la résolution s'avèrent prohibitifs pour des problèmes de très grande taille. Il est alors nécessaire de réduire la taille du système linéaire à résoudre en employant une méthode de discréttisation efficace, i.e., une méthode présentant un taux de convergence élevé. Actuellement, le code du CEA résout les équations intégrales issues des problèmes de diffraction en utilisant un espace éléments finis de type Raviart-Thomas de plus bas ordre [1] et une approximation de la géométrie par des triangles plats ou courbes [2]. Lors d'un stage précédent, une première étape essentielle a été réalisée et a consisté à implémenter un espace éléments finis d'ordre supérieur sur des triangles plats. Ces éléments finis appartiennent à la première famille de Nédélec [3] et généralisent les Raviart-Thomas à un ordre quelconque. En particulier, nous nous sommes intéressés aux travaux de Graglia et al. [4] qui ont proposé une méthode de construction simple de cette famille. L'objectif de ce stage consiste à étendre l'implémentation faite sur des triangles plats à des triangles courbes afin d'améliorer la convergence du schéma de discréttisation. Après s'être familiarisé avec les équations intégrales et leur discréttisation par une méthode éléments finis d'ordre élevé, le stagiaire devra s'attaquer aux calculs des intégrales singulières inhérentes aux équations intégrales de l'électromagnétisme. In fine, il sera demandé de réaliser une étude de la précision et de la performance de ce nouveau schéma de discréttisation sur des benchmarks de diffraction électromagnétique.

[1] Raviart & Thomas, "A mixed finite element method for 2-nd order elliptic problems", Mathematical Aspects of Finite Element Methods, 2006. [2] Baray et al., "Accurate Computation of the Radar Cross Section by Increasing the Geometric Approximation Order in Boundary Integral Equations", 2024 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and INC/USNC-URSI Radio Science Meeting (AP- S/INC-USNC-URSI), 2024. [3] Nédélec, "Mixed finite elements in  $\mathbb{R}^3$ ", Numerische Mathematik, 35(3), 1980. [4] Graglia et al., "Higher order interpolatory vector bases for computational electromagnetics", IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 45(3), 1997.

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 02/2026

Durée souhaitée : 6 mois

Formation et compétences souhaitée :

Niveau d'étude préparé :  
Bac+5

Méthodes / logiciels : Fortran90  
Analyse numérique, calcul scientifique, HPC

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :

Nom du responsable : BARAY Matthias, matthias.baray@cea.fr  
Autre contact : ARCESE Emanuele, emanuele.arcese@cea.fr

## SUJET DE STAGE

**Développement d'une antenne réseau en bande Ka pour applications spatiales - H/F**

Les communications spatiales sont essentielles pour les systèmes de télécommunications modernes, qui nécessitent des antennes performantes pour garantir une transmission de données fiable et efficace. La bande Ka (26,5 - 40 GHz) est une plage de fréquences particulièrement intéressante dans ce contexte car elle permet d'utiliser une largeur de bande instantanée plus importante, permettant de fournir des débits de données plus élevés. De plus, la possibilité d'optimiser les diagrammes de rayonnement et de former des faisceaux précis permet de communiquer avec plusieurs cibles simultanément. Ce stage propose de concevoir une antenne réseau en polarisation circulaire pour les communications par satellite en bande Ka.

Le ou la stagiaire intégrera une équipe de conception expérimentée et aura accès à des moyens de prototypage et de mesure pour concevoir et tester des prototypes d'antennes. Le ou la stagiaire sera formé(e) à la conception d'antennes sous contraintes d'environnement sévères. Il ou elle bénéficiera d'une formation technique en électromagnétisme appliquée aux systèmes de transmission au travers d'une étude bibliographique menée en début de stage accompagné de son encadrant.

Le concept d'antenne choisi sera ensuite étudié à l'aide du logiciel de conception électromagnétique Ansys Electronics Desktop (HFSS). La conception fera l'objet de prototypages

selon l'avancement du stage, utilisant les moyens de prototypage internes au CESTA, pour aboutir à une mesure des caractéristiques d'adaptation et de gain de l'antenne réalisée et/ou des prototypes intermédiaires.

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés.

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

Date de démarrage souhaitée : 02/2026

Durée souhaitée : 6 mois

Formation et compétences souhaitée :

Niveau d'étude préparé : Bac+5

Méthodes / logiciels : Ansys EDT, HFSS Formation avec composante RF et/ou antennes.

Idéalement, un projet réussi de conception d'antenne et/ou un module d'enseignement sur la thématique avec utilisation d'un logiciel type CST, HFSS, FEKO...

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :

Nom du responsable : GIRARD Maxime, maxime.girard@cea.fr

Autre contact : ,

## SUJET DE STAGE

**Signature radar d'un nuage de débris exo-atmosphériques -  
H/F**

La désintégration d'un objet (véhicule, satellite, météorite...) hors atmosphère (en raison d'un disfonctionnement ou sous l'effet d'un impact) produit une collection de débris qui, à l'instant initial, possèdent une position, une orientation des vitesses de translation et de rotation bien définies. La dynamique de ces débris est régie par les lois gravitationnelles standard (Képlériennes) de sorte qu'après quelques minutes – et juste avant la rentrée dans les couches denses de l'atmosphère – le nuage de débris s'est étendu sur une distance typique de quelques dizaines de kilomètres. L'enjeu du stage consiste à prédire la signature radar – i.e. à calculer la Surface Equivalent Radar (SER) – moyenne/la plus probable à chaque instant, depuis l'instant initial jusqu'à l'instant de rentrée dans les couches denses de l'atmosphère. Il s'agit de mettre en place la chaîne d'évaluation de la SER moyenne/la plus probable correspondant à un événement de désintégration bien caractérisé au plan physique. On s'attachera dans une première phase (volet 1), à proposer une densité de probabilité jointe initiale pertinente à partir d'une analyse physique détaillée du processus de désintégration. Il s'agira ensuite de propager correctement la densité de probabilité initiale via une équation de type Fokker-Planck modifiée (volet 2) ; la densité propagée obtenue par cette méthode sera à comparer à la densité de probabilité produite par la méthode Monte-Carlo directe. La SER moyenne / la plus probable calculée à partir de la densité de probabilité propagée (volet 3) devra également être comparée aux résultats produits par l'approche directe. A l'issue des trois volets de l'étude, et lorsque l'équivalence des deux méthodes (du point de vue des résultats obtenus) aura été établie, il devrait être possible de trancher quant à leur efficacité respective (du point de vue du temps de calcul). Il est à noter que la résolution itérative des équations de Fokker-Planck exige la mise en place de schémas d'intégration très coûteux, de sorte que le gain en efficience de la méthode probabiliste – par rapport à la méthode MC directe – n'est pas acquis a priori.

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 03/2026

Durée souhaitée : 5-6 mois

Formation et compétences  
souhaitée :

Niveau d'étude préparé : Bac+5

Méthodes / logiciels : matlab, python, C, C++, fortran,

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :

Nom du responsable : NADAL FRANCOIS, francois.nadal@cea.fr

Autre contact : MORVAN SYLVAIN, Cesta (DAM/BOR), sylvain.morvan@cea.fr

## SUJET DE STAGE

**Amélioration du système d'illumination d'un moyen de mesures EM - H/F**

Dans le cadre de la furtivité radar, le CEA DAM CESTA s'est doté de moyens de mesure électromagnétique performants répondant aux exigences de ses programmes. Pour faire face aux enjeux R&D des nouveaux projets, ces moyens doivent rester au meilleur niveau et sont ainsi en constante évolution. Les futurs besoins demandent notamment des niveaux de performances et de résolution toujours plus élevé dans le cadre des mesures de caractérisation en électromagnétisme. Le/la stagiaire interviendra sur un banc de mesure en lien avec les ingénieurs du CESTA chargés des campagnes d'essai et du développement des installations et des méthodes de mesure.

Lors d'une mesure électromagnétique en espace libre, le dispositif sous test est éclairé par une source EM. L'illumination conditionne en partie la qualité des acquisitions du moyen expérimental. En effet, un choix judicieux de la source permet de limiter les couplages entre l'objet sous test et le dispositif expérimental, et d'exploiter au mieux la dynamique de l'instrumentation.

L'objectif de ce stage est de faire évoluer le système d'émission d'un moyen de caractérisation constitué d'une arche de mesure et d'un positionneur rotatif. Cette ensemble permet de réaliser des caractérisations de SER et d'antenne en trois dimensions autour du dispositif sous test.

L'antenne d'émission actuellement en service est un cornet large bande dont les caractéristiques permettent de couvrir un grand nombre de configurations de mesure au détriment des certaines performances. Ce sujet de stage propose de développer une antenne optimisée pour une configuration de mesure spécifique.

Le stage se déroulera en plusieurs étapes :

- Réalisation d'une campagne de mesures pour évaluer la performance initiale du moyen,
- Conception d'une antenne sous un logiciel de simulation RF,
- Prototypage de l'antenne par fabrication additive,
- Réalisation d'une campagne de mesures et analyse des acquisitions sous Matlab.

La personne en charge de ce sujet sera intégrée dans une équipe pluridisciplinaire et mobilisera des connaissances en électromagnétisme, caractérisation expérimentale, simulation et également en traitement du signal, algorithme et code MATLAB pour l'analyse des résultats de mesure.

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 03/2026

Durée souhaitée : 5-6 mois

Formation et compétences souhaitée :

Niveau d'étude préparé : Bac+4/+5

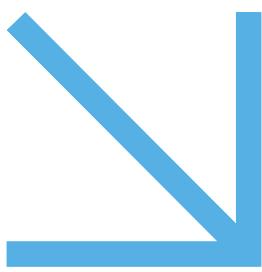
Méthodes / logiciels : Matlab, CST, HFSS électromagnétisme, hyperfréquences, caractérisation expérimentale, traitement du signal, algorithme

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :

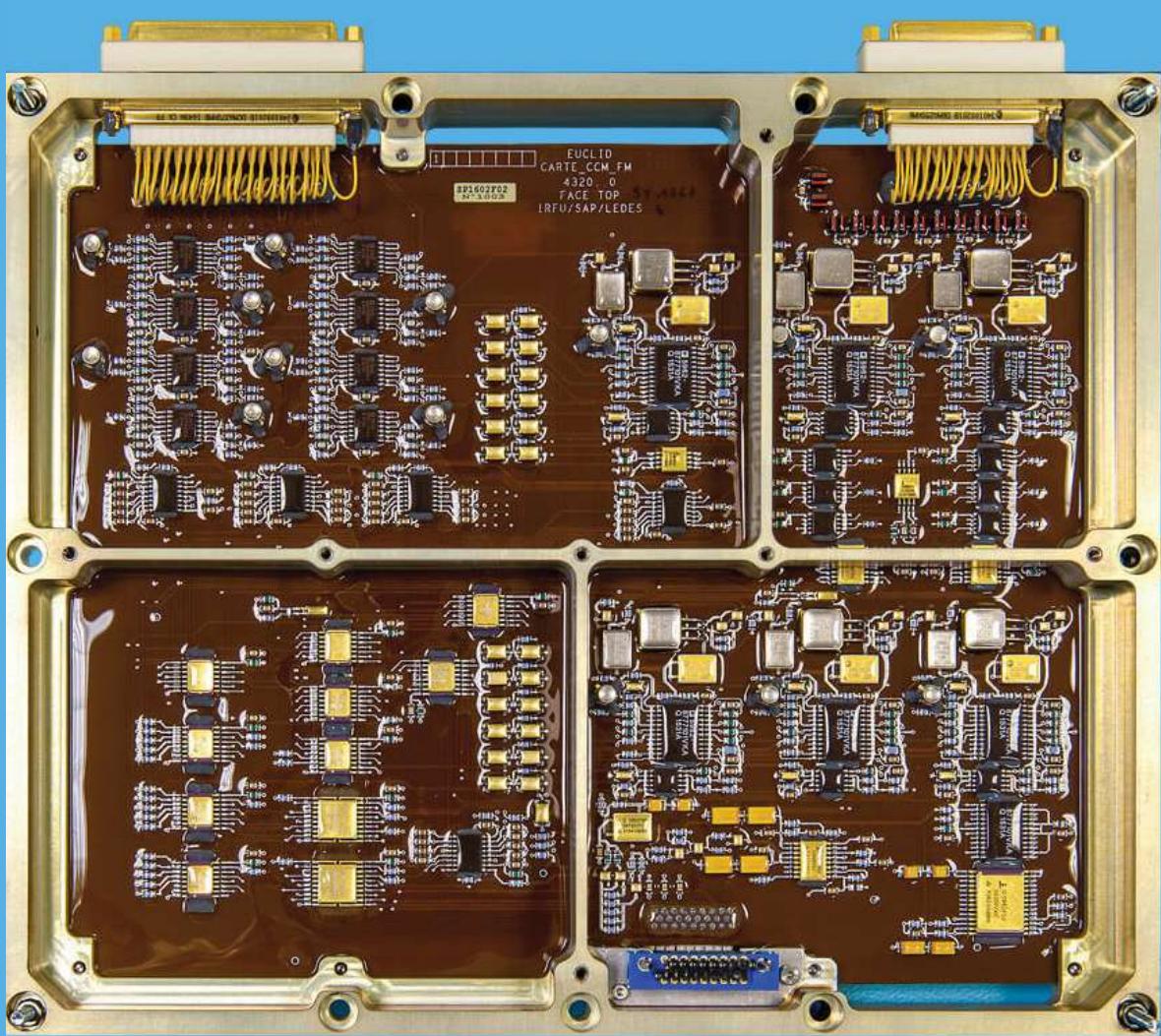
Nom du responsable : CARTESI Guillaume, guillaume.cartesi@cea.fr

Autre contact : Charlet Thibault,



# 13

## ELECTRONIQUE



## SUJET DE STAGE

Conception en circuit intégré d'un convertisseur DC/DC -  
H/F

Le CEA conçoit et développe des sous-ensembles électroniques dits durcis, c'est-à-dire résistants vis-à-vis d'environnements de fonctionnement spécifiés (thermique, mécanique, radiatif, électromagnétique). A ce titre, il conduit des activités de recherche et de conception de circuits intégrés afin d'obtenir des composants durcis pour des environnements spatiaux. Le stagiaire effectuera son travail au sein de l'équipe de conception de circuits intégrés. Cette équipe conçoit des circuits intégrés analogiques et numériques durcis aux radiations fabriqués sur des nœuds technologiques avancés. Un des objectifs du laboratoire est la conception d'un convertisseur DC/DC élévateur de tension (boost), de 19 V en sortie, avec une variation de tension d'entrée de 7 V à 13 V, une précision de la tension de sortie de 5% et un courant de charge typique de 1 A avec des appels de courants transitoires de 10 A. Le stagiaire aura pour missions de :

- Dresser un état de l'art concernant les convertisseurs DC/DC boost ayant des caractéristiques similaires à celui qui est à concevoir.
- Concevoir et simuler le convertisseur DC/DC en circuit intégré. Le stagiaire travaillera sur un logiciel de type cadence et sur un nœud avancé d'une technologie CMOS. La conception sera donc réalisée à l'aide de transistors MOS et de composants passifs.

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 02/2026

Durée souhaitée : 6 mois

Formation et compétences souhaitée :

Niveau d'étude préparé : Bac+4

Méthodes / logiciels : Un master 2 portant sur la micro-électronique ou les systèmes électroniques. Le candidat devra connaître le principe de fonctionnement et la modélisation des transistors MOS, avec une bonne connaissance de l'électronique analogique. Une connaissance de la physique du semi-conducteur et de la fabrication microélectronique sera considérée comme un plus.

Lieu : CEA - DAM Île-de-France, Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon

Contacts :

Nom du responsable : CHARBONNIER Gérald, gerald.charbonnier@cea.fr  
Autre contact :

## SUJET DE STAGE

## Caractérisation de capteurs inertIELS MEMS - H/F

Le(a) stagiaire aura l'opportunité d'intégrer le département Electronique de la DAM. Au sein de ce département, l'unité d'accueil possède et développe pour ses besoins propres de recherche et développement un banc de caractérisation MEMS (Microsystèmes) de détection d'accélération. Ce banc de caractérisation permet de tester des capteurs spécifiques miniatures (quelques µm pour les éléments les plus petits) fabriqués en technologie MEMS. Ces capteurs, conçus par le laboratoire, permettent la mesure d'un niveau précis d'accélération. Le(a) stagiaire aura pour missions de prendre en main le banc de mesure et les autres moyens propres (binoculaire, caméra infrarouge, plateau tournant, Electronique de contrôle et d'actionnement), d'améliorer ce banc et de caractériser les cellules MEMS de retour de fabrication.

Le sujet comporte les aspects suivants :

- étude des moyens disponibles et des modifications nécessaires éventuelles (mécanique, électronique et logiciel),
- réalisation de modifications (matérielles et logicielles) en prenant en compte les contraintes et tests à réaliser sur les échantillons pour en assurer la caractérisation,
- réalisation des expérimentations de caractérisation du comportement des MEMS,
- écriture d'un rapport de synthèse d'analyse des résultats.

Le(a) candidat(e) devra posséder les bases de mécanique, d'électronique et éventuellement de programmation logicielle (LabVIEW, python, autre) nécessaires à la compréhension de la problématique et à la mise en œuvre du banc de mesure. Il (elle) devra être force de propositions. Il (elle) va acquérir des connaissances en instrumentation, en fonctionnement des capteurs MEMS.

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés.

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

Date de démarrage souhaitée : 04/2026

Durée souhaitée : 4-6 mois

Formation et compétences souhaitée :

Méthodes / logiciels : Souhaitable : Python, LabVIEW

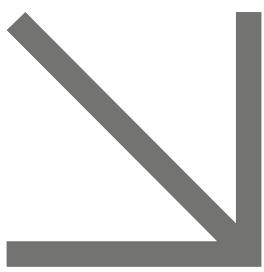
Niveau d'étude préparé : Bac+4

Lieu : CEA - DAM Île-de-France, Bruyères-le-Châtel - 91297 Arpajon

Contacts :

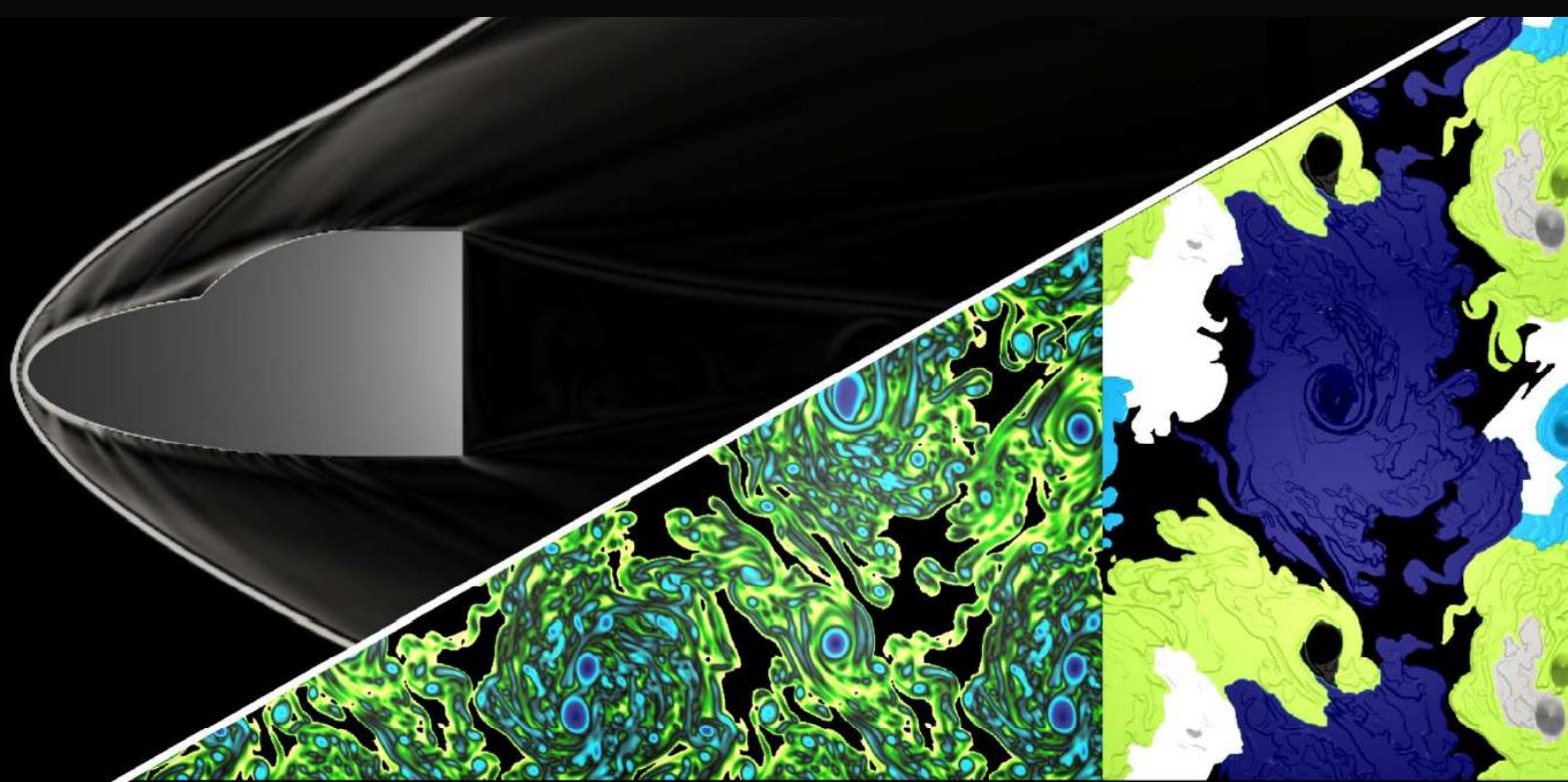
Nom du responsable : PARENT Arnaud, arnaud.parent@cea.fr

Autre contact : CHAPELLIER Paul, paul.chapellier@cea.fr



16

# AÉRODYNAMIQUE



## SUJET DE STAGE

**Étude paramétrée de stratégies de maillage pour des écoulements hypersoniques - H/F**

La conception de véhicules de rentrée atmosphérique se fait à l'aide de simulations numériques, qui s'appuient généralement sur les équations de Navier-Stokes moyennées (RANS) et sur des maillages structurés de type body-fitted par blocs. Ces méthodes permettent d'obtenir des résultats fiables tout en conservant des temps de calcul raisonnables. Toutefois, la génération de ce type de maillage, en particulier pour des géométries tridimensionnelles complexes présentant des singularités, peut être extrêmement chronophage, nécessitant parfois plusieurs jours voire plusieurs semaines de travail. Dans ce contexte, de nouvelles approches de génération de maillages basées sur la topologie des géométries émergent au sein de la communauté CFD, avec pour objectif de faciliter le maillage automatique pour des familles de formes partageant une même structure. Ces méthodes offrent des perspectives intéressantes pour le dimensionnement rapide et l'analyse de formes paramétrées.

L'objectif de ce stage est d'étudier et de comparer différentes stratégies de maillage appliquées à des configurations représentatives de véhicules hypersoniques, en se concentrant notamment sur l'analyse de géométries paramétrées. Deux logiciels de maillage seront utilisés : ICEM CFD, spécialisé dans les maillages structurés par blocs, et GRID PRO, qui permet de générer automatiquement des maillages structurés par blocs pour des géométries partageant une topologie commune. Le travail consistera dans un premier temps à construire une base de cas tests 2D et 3D à partir de formes paramétrées, incluant par exemple des variations du rayon de nez, de la longueur ou du diamètre des géométries. Le(la) stagiaire générera ensuite les maillages pour chacun des cas tests à l'aide des deux outils. Ces maillages seront utilisés pour réaliser des simulations numériques d'écoulements hypersoniques à l'aide du code de production développé au CEA/CESTA. Une attention particulière sera portée à la qualité des maillages, aux temps de génération, à la robustesse des calculs, ainsi qu'à l'influence des variations géométriques sur les résultats simulés. Enfin, le(la) candidat(e) sera amené(e) à rédiger des rapports techniques détaillant l'ensemble des étapes du travail : méthodologie, résultats, analyses comparatives et recommandations. Ce stage permettra d'aborder des problématiques concrètes de simulation numérique dans un contexte industriel exigeant, tout en contribuant à l'amélioration des méthodes de maillage pour l'étude de formes paramétrées en aérodynamique hypersonique.

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 02/2026

Durée souhaitée : 6 mois

Formation et compétences  
souhaitée :

Niveau d'étude préparé : Bac+5

Méthodes / logiciels : ICEMCFD, GRIDPRO, PYTHON  
Mécanique des fluides

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :

Nom du responsable : NAULEAU FLORENT, florent.nauleau@cea.fr  
Autre contact : Breil Jérôme, CEA DAM, jerome.breil@cea.fr

## SUJET DE STAGE

### Étude comparative de stratégies de maillage pour des écoulements hypersoniques - H/F

La conception de véhicules de rentrée atmosphérique nécessite une modélisation précise des phénomènes aérothermiques. Pour cela, les simulations numériques s'appuient couramment sur les équations de Navier-Stokes moyennées (RANS) et sur des maillages structurés de type body-fitted par blocs. Ces technologies permettent d'obtenir des résultats précis tout en conservant des temps de calcul raisonnables. Toutefois, la génération de ce type de maillage, notamment pour des géométries tridimensionnelles complexes comportant des singularités géométriques, peut s'avérer très longue, nécessitant parfois plusieurs jours, voire plusieurs semaines de travail. Dans ce contexte, de nouvelles approches, telles que les maillages non structurés ou hybrides, émergent au sein de la communauté CFD, offrant des perspectives intéressantes en termes de flexibilité et de rapidité.

L'objectif de ce stage est d'étudier et de comparer différentes stratégies de maillage appliquées à des configurations représentatives de véhicules hypersoniques. Deux logiciels de maillage seront utilisés: ICEM CFD, spécialisé dans les maillages structurés, et ANSA, capable de générer des maillages structurés, non structurés ou hybrides. Le travail consistera dans un premier temps à définir une base de cas tests 2D et 3D comportant différentes géométries caractéristiques des configurations de rentrée atmosphérique. Le(la) stagiaire procédera ensuite à la génération des maillages pour chacun des cas tests à l'aide des deux outils. Ces maillages seront ensuite utilisés pour effectuer des simulations numériques d'écoulements hypersoniques à l'aide du code de production développé au CEA/CESTA. Une attention particulière sera portée à la qualité des maillages, aux temps de génération, à la robustesse des simulations, ainsi qu'à l'impact des choix de maillage sur les résultats physiques obtenus.

Enfin, le(la) candidat(e) sera amené(e) à rédiger des rapports techniques détaillant les étapes du travail réalisé, les méthodologies employées, les résultats obtenus, ainsi que les analyses comparatives. Ce stage permettra d'aborder des problématiques concrètes de simulation numérique dans un contexte industriel et de contribuer à l'amélioration des pratiques de maillage pour les applications en aérodynamique hypersonique.

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 02/2026

Durée souhaitée : 6 mois

Formation et compétences souhaitée :

Niveau d'étude préparé : Bac+5

Méthodes / logiciels : ICEMCFD, ANSA, PYTHON

Mécanique des fluides

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :

Nom du responsable : NAULEAU FLORENT, florent.nauleau@cea.fr

Autre contact : MUSCAT LAURENT, CEA DAM, laurent.muscat@cea.fr

## SUJET DE STAGE

**Développement d'un solveur Poisson pour les calculs aérodynamiques - H/F**

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 compressé 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, au point de modifier la nature du gaz qui se comporte comme un plasma faiblement ionisé. Cette couche plasma perturbe fortement le suivi radar du véhicule, car elle interagit avec les ondes électromagnétiques émises par la station au sol ou les satellites relais. Ces dernières peuvent en effet être réfléchies ou atténuées au point d'entraîner une rupture de communication avec le véhicule, phénomène connu sous le nom de blackout. Pour pouvoir être prédictif sur cette problématique, le point crucial repose sur le calcul de la densité électronique autour du véhicule (choc en amont et sillage en aval), ce qui nécessite une description fine des écoulements multi-espèces réactifs. Si ces aspects hors équilibre chimique et thermique sont globalement maîtrisés et pris en compte par le code d'aérodynamique du CEA-CESTA, le calcul de la densité électronique se fait néanmoins sous l'hypothèse de quasi-neutralité du plasma. Cela suppose que le courant électrique est nul partout dans le plasma, ce qui permet de déterminer simplement un champ électrique ad-hoc intervenant dans la vitesse de diffusion des espèces chargées (ions et électrons) et permettant de compenser le déplacement différencié des ions et des électrons dû aux gradients de concentration. Cette hypothèse de quasi-neutralité du plasma ne permet toutefois pas de résoudre la gaine plasma à proprement parler située au voisinage de la paroi du véhicule, qui est une zone intrinsèquement non-neutre au sein de laquelle apparaissent de forts champs électriques pouvant impacter la distribution des électrons. Afin de retranscrire les effets inhérents à cette gaine plasma, et ainsi mieux prédire le blackout, l'objectif du stage sera de développer un solveur de Poisson dédié à la résolution du champ électrique couplé au solveur Navier-Stokes. La discréttisation numérique de l'équation de Poisson se fera sous le paradigme des volumes-finis, et des premiers tests seront effectués pour déterminer la méthodologie d'algèbre linéaire (gradient conjugué, multi-grilles...) la plus adaptée au problème de Poisson. L'implémentation du solveur Poisson sera vérifiée dans un premier temps via des cas analytiques rudimentaires. Dans un second temps, des comparaisons en termes de densités électroniques seront menées vis-à-vis de données issues de véhicules civils de rentrée (expériences RAMC, ARD...).

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 03/2026

Durée souhaitée : 6 mois

Niveau d'étude préparé : Bac+5

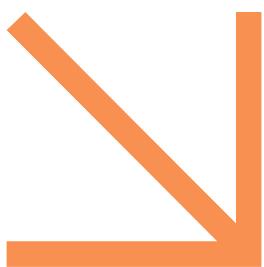
Formation et compétences souhaitée :

Méthodes / logiciels : FORTRAN, PYTHON Une connaissance préalable des équations de la mécanique des fluides et de l'équation de Poisson est préférable. L'étudiant(e) devra se sentir une certaine affinité avec la programmation.

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :

Nom du responsable : LORIDAN Vivien, vivien.loridan@cea.fr  
Autre contact :



20

# MÉCANIQUE-THERMIQUE



## SUJET DE STAGE

**Conception d'un empilement optimisé pour le refroidissement passif - H/F**

Afin de mieux réguler la température des bâtiments ou des personnes, des chercheurs développent des films ultramince destinés à favoriser le refroidissement passif. Appliqués comme un écran sur la surface à protéger, ils visent à réduire l'échauffement solaire en étant fortement réflecteurs dans le visible et le proche infrarouge (IR) tout en favorisant l'émission thermique dans la fenêtre atmosphérique (avec des longueurs d'onde comprises entre 8 et 13µm). Deux approches principales sont utilisées pour concevoir ces matériaux :

- les métamatériaux, constitués de motifs périodiques dont les dimensions sont, dans notre cas, à l'échelle nanométrique afin d'exciter des résonances spécifiques ;
- les empilements de couches de matériaux dans lesquels les interférences sont exploitées pour sculpter la réponse spectrale [1].

Ce stage s'inscrit dans cette seconde approche, plus facilement industrialisable. L'objectif est de développer une méthode de conception inverse pour déterminer la structure optimale d'un empilement assurant une forte réflectivité du visible à l'IR proche et une forte émissivité dans la fenêtre atmosphérique. La méthode des matrices de transfert [2] sera utilisée pour modéliser la réponse optique de chaque empilement. Cette méthode bien établie permet de calculer les coefficients de réflexion, transmission et absorption d'un empilement de couches à partir des indices de réfraction complexes. L'algorithme de conception reposera sur une approche hybride :

- une optimisation globale discrète par encodage génomique du choix des matériaux [3] ; -
- une optimisation locale continue des épaisseurs par une descente de gradient type BFGS [4] ;
- une évaluation parallélisée des individus à chaque génération.

Le stagiaire développera :

- une petite base de matériaux par [5] ; - un programme Python basé sur l'algorithme de conception préalablement établi ; - un système de filtrage basé sur l'étude d'une fonctionnelle à minimiser ; - un prototype de l'empilement idéal pour réaliser la mesure de ses propriétés radiatives.

[1] Xi Y., Wang Y., et al., Nat. Commun., 2023, 14(1): 4694. [2] Katsidis C., Siapkas D., Appl. Opt., 2002, 41(19): 3978–3987. [3] Whitley D., Stat. Comput., 1994, 4(1): 65–85. [4] Shanno D. F., Math. Comput., 1970, 24(111): 647–656. [5] refractiveindex.info. Refractive Index Database, 2024. [en ligne]. Disponible sur : <https://refractiveindex.info>

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 01/2026

Durée souhaitée : 5-6 mois

Formation et compétences souhaitée :

Niveau d'étude préparé : Bac+4/+5

Méthodes / logiciels : Python ; Electromagnétisme ; Transfert radiatif ; IR  
anglais suffisant pour lecture d'articles académiques ; synthèse ; rédaction

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :

Nom du responsable : COLAVOLPE Charles, charles.colavolpe@cea.fr  
Autre contact :

## SUJET DE STAGE

### Dimensionnement d'un essai dynamique sur une structure composite - H/F

Les matériaux composites sont de plus en plus présents dans l'industrie aéronautique. Lors du cycle de vie d'une structure aéronautique, ces matériaux peuvent subir de fortes contraintes pouvant potentiellement mener à la ruine du matériau et ainsi de la structure. L'un des principaux objectifs des ingénieurs aujourd'hui est de pouvoir garantir, par la simulation ou par essais, la tenue de ces matériaux composites à de telles sollicitations. Au CEA/CESTA, toute une démarche s'appuyant sur le triptyque « essais – modélisations – simulations » a été mise en place afin d'évaluer cette tenue de matériaux composites pour tout le cycle de vie de la structure aéronautique.

L'objectif de ce stage est de comparer le comportement dynamique de matériaux composites par rapport à celui d'un matériau métallique pour des vitesses de déformation du matériau étudié de l'ordre de 10 à 1000 s<sup>-1</sup>. Pour cela, des essais dynamiques seront dimensionnés afin d'être réalisés sur le moyen GEPI-2 (Générateur Electrique de Pressions Intenses).

Le(la) stagiaire procédera d'abord à un état de l'art sur les composites (types existants et gamme de propriétés mécaniques). Puis, les différents essais envisagés seront simulés sur Abaqus. Des études de convergence en maillage seront réalisées ainsi que des calculs implicites et explicites pour évaluer le comportement mécanique des structures soumises à un choc généré par le moyen GEPI-2. Le comportement mécanique de composites (issus de différents types de familles de composites de la littérature ou de composites testés au CEA) sera étudié ainsi que celui d'un matériau métallique qui servira de référence pour l'étude. L'apport des composites par rapport à la solution métallique sera quantifié en comparant, entre autres, les champs de contraintes dans le matériau et ses déformations associées.

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 02/2026

Durée souhaitée : 6 mois

Formation et compétences souhaitée :

Niveau d'étude préparé :  
Bac+4/+5

Méthodes / logiciels :  
ABAQUS,PYTHON  
Mécanique, matériaux

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :

Nom du responsable : MEYNARD Joane, joane.meynard@cea.fr  
Autre contact :

## SUJET DE STAGE

**Modélisation hyperélastique de la propagation d'ondes de choc dans les solides - H/F**

La simulation de la propagation d'ondes de choc dans les matériaux solides est un enjeu majeur dans de nombreux domaines tels que la défense, l'aéronautique, ou la conception de matériaux résistants aux impacts. Ces phénomènes impliquent des déformations extrêmes, des vitesses de déformation très élevées et des augmentations rapides de pression et de température. Pour décrire ces chocs, les simulations s'appuient historiquement sur des modèles hypoélastiques (ex: Wilkins). Efficaces mais théoriquement imparfaits, ils ne dérivent pas d'un potentiel énergétique et peuvent violer certains principes physiques fondamentaux (objectivité, entropie). Ce stage propose d'explorer l'alternative hyperélastique, une approche rigoureuse fondée sur une énergie libre qui garantit la cohérence thermodynamique. L'enjeu est de quantifier les apports potentiels de cette méthode par rapport à l'approche classique sur des cas concrets de propagation de chocs dans un solide. L'objectif principal de ce stage est le développement et l'évaluation d'un modèle hyperélastique 1D pour la simulation de la propagation d'ondes de choc dans l'aluminium. Le travail débutera par une compréhension approfondie du modèle constitutif hyperélastique fourni afin d'en comprendre ses principales propriétés. Ce modèle sera ensuite simplifié pour s'adapter à une configuration unidimensionnelle. Un schéma numérique sera développé et implémenté afin de résoudre le système d'équations aux dérivées partielles résultant. Le code sera validé sur des cas élémentaires simples et des solutions analytiques. Suite à cette validation, les paramètres du potentiel thermodynamique seront calibrés à partir des propriétés matérielles de l'aluminium. Des simulations de propagation d'onde de choc dans l'aluminium seront menées. Les résultats obtenus seront comparés à ceux générés par le code interne du laboratoire, basé sur des modèles historiques, ainsi qu'aux références expérimentales. L'objectif final sera de valider l'approche hyperélastique pour les simulations de choc et d'évaluer sa pertinence en vue d'une extension à des simulations 2D/3D.

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 03/2026

Durée souhaitée : 6 mois

Formation et compétences souhaitée :

Méthodes / logiciels :

Niveau d'étude préparé :

Bac+5

Mécanique des milieux continus / méthodes numériques Code de calcul dynamique explicite, Programmation (Fortran, python, C++)

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :

Nom du responsable : THERME Nicolas, nicolas.therme@cea.fr

Autre contact : David Hebert, SSMP/LSDR, david.hebert@cea.fr

## SUJET DE STAGE

**Conception d'un support d'équipements en composite.  
-H/F**

Dans la conception d'équipements aéronautiques ou spatiaux, la gestion de la masse et du filtrage des environnements extérieurs est cruciale. Le stage vise à développer des supports d'équipements sensibles (électroniques ou autres) en optimisant leur masse et en les rendant intrinsèquement filtrant aux environnements les plus dommageables. 2025\_BOR\_2762 Le stagiaire aura pour mission de concevoir une preuve de concept de support d'équipement amortissant. Il devra réaliser une optimisation et une modélisation mécanique de ces supports. Un prototype pourra également être fabriqué et des essais de validation du concept seront réalisés. Les logiciels utilisés seront CATIA pour la conception et Abaqus pour la modélisation (des spécialistes du CEA formeront et accompagneront les stagiaires à l'utilisation de ces logiciels).

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 02/2026

Durée souhaitée : 6 mois

Formation et compétences  
souhaitée : Méthodes / logiciels :Niveau d'étude préparé :  
Bac+5

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :

Nom du responsable : CORE Arthur, arthur.core@cea.fr  
Autre contact :

## SUJET DE STAGE

## Conception d'atténuateur aux chocs pyrotechniques pour des systèmes spatiaux - H/F

Les structures mécaniques conçues par le CEA CESTA sont soumises à des sollicitations dynamiques élevées lors de leurs vols spatiaux, telles que des vibrations entretenues et des chocs à haute fréquence. Les composants sensibles tels que l'électronique embarquée sont protégés par des amortisseurs spécifiques. Fabriqués à partir de matériaux souples tels que le caoutchouc ou le silicium, ils permettent d'assurer un découplage mécanique entre les éléments du système. Cependant, leur comportement en cas de crash doit être mieux maîtrisé et amélioré. Le stagiaire aura pour objectif de réaliser des simulations numériques, au sein du bureau d'études mécanique, en se basant sur des essais vibratoires sur un type d'amortisseur menés par le CEA. Des essais seront fait pendant le stage, le stagiaire devra les suivre et les orienter sur ce qui est nécessaire d'évaluer pour améliorer la compréhension des phénomènes. A partir d'une maquette numérique, (Un modèle 1D simplifié sera utilisé) l'objectif du stage est d'élaborer une méthode multi physique afin de reproduire le comportement du plot amortisseur et d'évaluer l'impact des matériaux, des épaisseurs et des formes sur son comportement. L'objectif sera ensuite de proposer des modifications de la structure afin d'améliorer ses performances. Ce stage s'inscrit pleinement dans la recherche de nouveaux concepts permettant d'allier performance pour des sollicitations complexes, sous contrainte de masse et d'encombrement. Les plots seront ensuite intégrés unitairement dans un modèle concret plus complexe.

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 02/2026

Durée souhaitée : 6 mois

Formation et compétences souhaitée :

Méthodes / logiciels : Abaqus/Dymola/Python - Théorie en mécanique des structures (mécanique du solide, vibrations, résolution numérique par éléments finis, schéma d'intégration explicite...) - Pratique d'un ou plusieurs logiciels d'éléments finis (idéalement première expérience en dynamique rapide explicite). Utilisation de python.

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :

Nom du responsable : GUILLEMAND Corentin, corentin.guillermand@cea.fr  
Autre contact :

## SUJET DE STAGE

**Conception de la structuration d'un véhicule de rentrée atmosphérique - H/F**

Le stage vise à concevoir une structure optimisée en masse pour un objet effectuant une rentrée atmosphérique. Les deux orientations possibles sont : Optimisation au flambage sous pression externe : cela nécessitera de trouver une méthode pour déterminer l'épaisseur de la peau et placer les raidisseurs de manière optimale, car les codes commerciaux comme TOSCA ne le permettent pas actuellement. Conception en matériaux composites : cette option peut inclure des matériaux hybrides métal / composites, et implique de choisir les types de matrices / fibres, le drapage et la fabrication appropriés. Le choix entre les deux options dépendra de la formation du stagiaire retenu. Le stagiaire aura pour mission de concevoir une preuve de concept de structuration. Il devra réaliser une optimisation et une modélisation mécanique . Un prototype pourra également être fabriqué et des essais de validation du concept seront réalisés. Les logiciels utilisés seront CATIA pour la conception et Abaqus ou TOSCA pour la modélisation (des spécialistes du CEA formeront et accompagneront les stagiaires à l'utilisation de ces logiciels).

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 02/2026

Durée souhaitée : 6 mois

Formation et compétences souhaitée :  
Méthodes / logiciels :

Niveau d'étude préparé : Bac+5

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :

Nom du responsable : CORE Arthur, arthur.core@cea.fr  
Autre contact :

## SUJET DE STAGE

**Conception et dimensionnement d'outillages dans un  
milleu nucléaire - H/F**

Dans le cadre de la conception d'emballages de transport pour des composants sensibles, il est nécessaire d'utiliser des outillages pour introduire et sortir ces composants des conteneurs. La conception d'outillage dans ce contexte spécifique est soumise à de nombreuses contraintes, notamment en termes de fiabilité, de contraintes nucléaires et de dimensionnement exigeant. 2025\_BOR\_2760 Le stage a pour objectif la conception et le dimensionnement d'outillages liés à l'utilisation de conteneurs de transport d'équipements sensibles. Le stagiaire devra réaliser la conception et le pré-dimensionnement de ces outillages sur CATIA. Il devra également valider le fonctionnement de ces outillages par la réalisation de preuves de concept (à l'échelle réduite ou par parties suivant le coût).

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 02/2026

Durée souhaitée : 6 mois

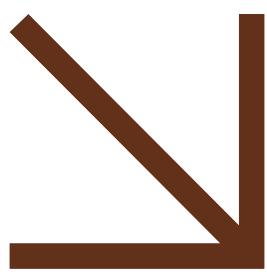
Formation et compétences souhaitée :  
Méthodes / logiciels :

Niveau d'étude préparé : Bac+5

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

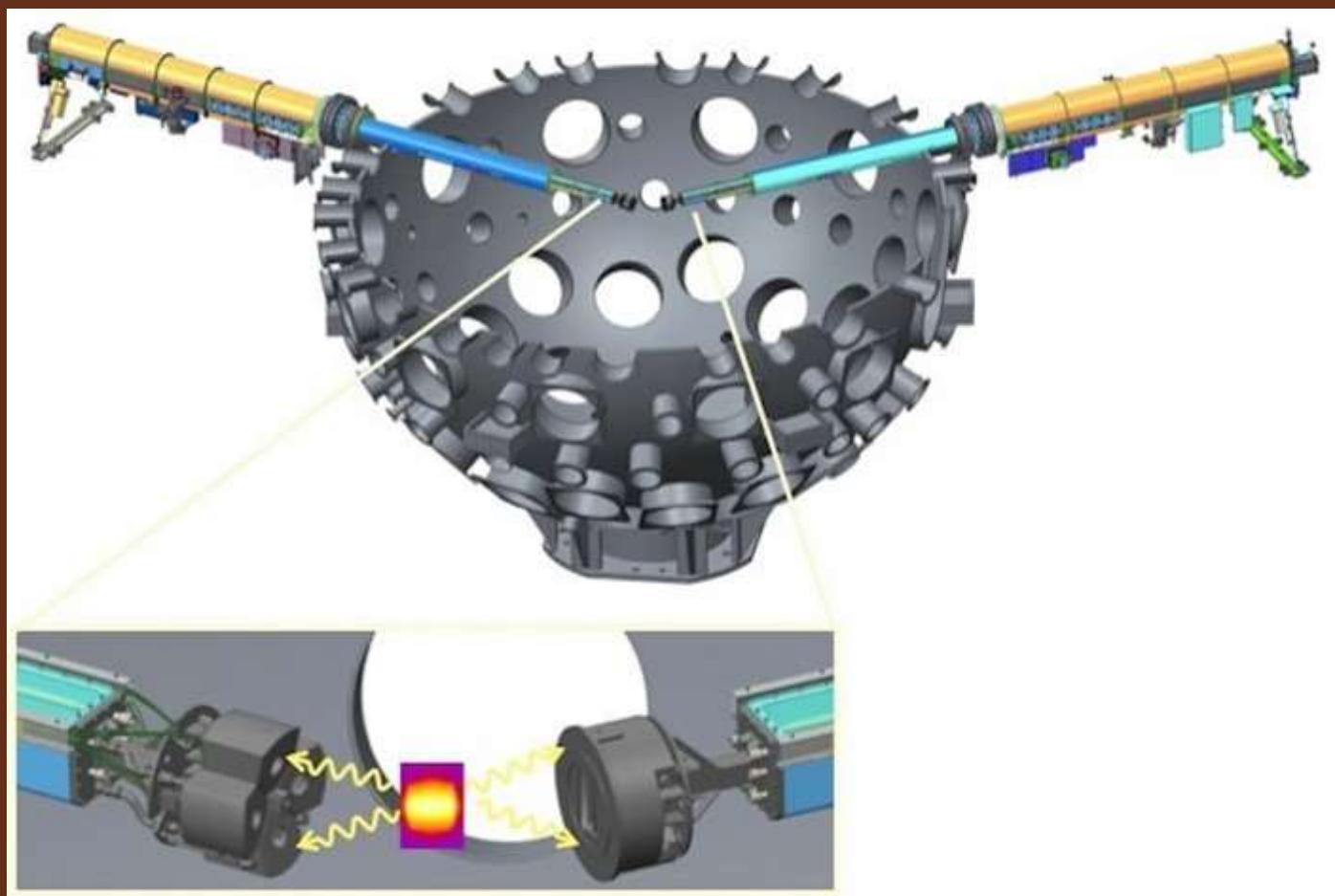
Contacts :

Nom du responsable : CARTY Michael, michael.carty@cea.fr  
Autre contact :



28

# INTERACTION RAYONNEMENT MATIÈRE



## SUJET DE STAGE

### Modélisation d'un signal transitoire dans un câble induit par une impulsion X - H/F

Le CEA conçoit des systèmes spatiaux durcis à des environnements radiatifs intenses. L'interaction des X produits par ces agressions avec les matériaux consituants les câbles génère des signaux parasites pouvant mener au dysfonctionnement, voir à la déstruction des systèmes électriques. Les codes de calcul du CEA/CESTA visent à simuler ces phénomènes pour les maîtriser afin de dimensionner les protections visant à s'en prémunir. Les simulations réalisées avec ces codes seront confrontés à des expériences menées sur des machines d'irradiation. L'objectif de ce stage est d'appliquer ces codes de calcul sur des câbles-multi-conducteur afin de restituer au mieux les expériences réalisées sur les installations du CEA. Après s'être approprié la physique de l'interaction rayonnement matière, le stagiaire utilisera les codes pour réaliser des études paramétriques permettant d'évaluer les sensibilités aux incertitudes liées à la maîtrise des conditions expérimentales et à la maîtrise des paramètres définissant le câble. La maîtrise acquise de ces différentes sources d'incertitudes permettront d'améliorer les codes de calcul et de maîtriser au mieux les marges de conception. À titre d'opportunité, en fonction de l'avancée des travaux, le stagiaire pourra participer à la conception d'expériences.

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 02/2026

Durée souhaitée : 6 mois

Formation et compétences souhaitée :

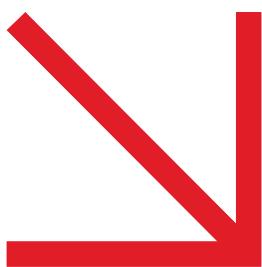
Niveau d'étude préparé : Bac+5

Méthodes / logiciels : PYTHON électro-magnétisme, interaction rayonnement matière, compatibilité électro-magnétique.

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :

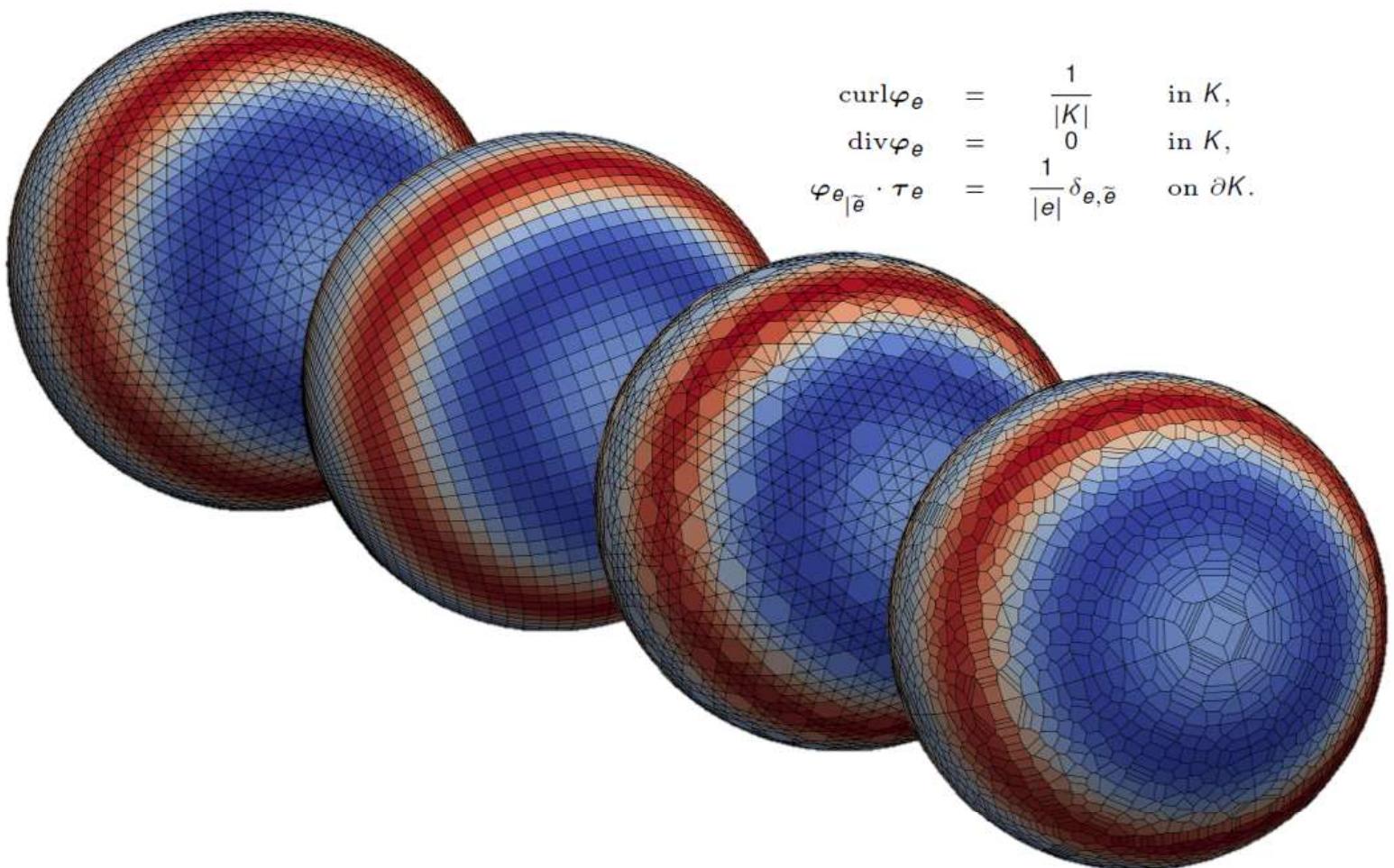
Nom du responsable : COUDERT STÉPHANE, stephane.coudert@cea.fr



30

# MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES

$$\begin{aligned}\operatorname{curl} \varphi_e &= \frac{1}{|K|} && \text{in } K, \\ \operatorname{div} \varphi_e &= 0 && \text{in } K, \\ \varphi_{e|\tilde{\theta}} \cdot \tau_e &= \frac{1}{|e|} \delta_{e,\tilde{\theta}} && \text{on } \partial K.\end{aligned}$$



## SUJET DE STAGE

### Implémentation d'un solveur nodal pour la simulation d'écoulements hypersoniques - H/F

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 intenses, exigeant une estimation précise des valeurs de flux thermiques pariétaux et des efforts aérodynamiques subis par l'objet. Selon les configurations étudiées, des écoulements fortement compressibles avec formation de chocs et de détentes, apparaissent. La simulation de ce type d'écoulement nécessite des modèles numériques précis et robustes. Un autre 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 et au modèle numérique. En pratique pour des raisons de précision, des maillages structurés alignés le plus possible avec l'écoulement sont utilisés mais demande un temps non négligeable à leur création. Pour des besoins de gain de temps utilisateurs, il est nécessaire de simplifier ce processus de création de maillage tout en sacrifiant le moins possible la qualité des simulations. Les maillages de types non-structurés formés d'éléments de type simpliciaux (triangles, tétraèdres et prismes) sont les plus simples et rapides à réaliser. Néanmoins les méthodes de type volume finis centrées sur les cellules peuvent fournir des résultats de simulation très dégradés sur ce type d'éléments même quand ces derniers sont adaptés à la physique. L'utilisation de méthodes centrées sur les nœuds du domaine permettrait de réaliser des simulations de qualité même quand les éléments employés sont de forme très étirés. Les méthodes mixant les approches volumes finis et éléments finis semblent avoir un comportement approprié en terme de précision et d'adaptabilité au type d'élément envisagé. Dans le cadre du stage on s'intéressera dans un premier temps à l'implémentation de ce type de méthode dans un code d'étude 2D/3D de CFD. L'approche sera validée sur des cas tests fortement compressibles.

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 02/2026

Durée souhaitée : 6 mois

Formation et compétences souhaitée :

Niveau d'étude préparé : Bac+5

Méthodes / logiciels : Fortran,python,linux

Mathématiques appliqués, Mécanique des fluides

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :

Nom du responsable : MUSCAT Laurent, laurent.muscat@cea.fr

Autre contact : Breil Jérôme, jerome.breil@cea.fr

## SUJET DE STAGE

**Etude de maillages de type Voronoï pour la simulation - H/F**

La qualité d'un maillage joue un rôle fondamental dans la précision, la stabilité et l'efficacité des simulations numériques que ce soit en mécanique des fluides ou en dynamique des matériaux. Dans de nombreux contextes complexes (écoulements instationnaires, interfaces mobiles, changements topologiques...) les maillages structurés ou fixes atteignent rapidement leurs limites. C'est dans ce cadre que l'utilisation de maillages de type Voronoï deviennent une solution particulièrement intéressante. Un maillage de Voronoï est une partition de l'espace définie à partir d'un ensemble de points appelés générateurs. Chaque cellule regroupe les régions de l'espace plus proches de son générateur que de tout autre. Cette construction, purement géométrique, offre des propriétés remarquables qui en font un support naturel pour la simulation par volumes finis ou par méthodes Lagrangiennes. Les maillages de Voronoï constituent un outil de choix pour simuler des phénomènes présentant des discontinuités fortes, des interfaces complexes et des géométries évolutives. En particulier, dans le cadre de la simulation de la rentrée atmosphérique, les maillages Voronoï permettent de suivre les fronts de choc sans perte de qualité grâce au déplacement adaptatif des générateurs. Aussi, ils constituent un outil intéressant pour gérer les évolutions topologiques induites par l'ablation. Enfin, dans le contexte de la simulation de chocs, d'impacts ou de fragmentation, les maillages Voronoï permettent une description locale robuste des interfaces et des fronts de choc. Ils résistent bien aux distorsions géométriques induites par les mouvements rapides et offrent un cadre uniifié pour simuler plusieurs matériaux avec des solveurs multi-matériaux. Ce stage vise à explorer l'utilisation des maillages de Voronoï pour la simulation de phénomènes à forte dynamique, via : l'étude et la génération de maillages Voronoï (fixes ou mobiles), l'implémentation ou l'utilisation de méthodes numériques sur maillage Voronoï. L'application sur des cas tests simples (onde de choc, interface mobile).

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 02/2026

Durée souhaitée : 6 mois

Formation et compétences souhaitée :

Niveau d'étude préparé : Bac+5

Méthodes / logiciels : Mécanique des milieux continus / méthodes numériques /  
maillages Code de calcul dynamique explicite, Programmation (Fortran, python, C++)

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :

Nom du responsable : GUISSET Sébastien, sebastien.guisset@cea.fr

Autre contact : Muscat Laurent, SMMS/LSAA, laurent.muscat@cea.fr

## SUJET DE STAGE

## Développements dans un code Monte-Carlo pour le transfert conducto-radiatif - H/F

Les véhicules hypersoniques sont soumis à des flux thermiques extrêmes lors de leur rentrée dans l'atmosphère. Les matériaux isolants doivent alors dissiper cette chaleur de manière efficace pour éviter la surchauffe et la destruction de l'engin. Le transfert conducto-radiatif joue alors un rôle primordial pour la prédiction et la conception d'engins hypersoniques. Les méthodes Monte-Carlo sont des méthodes de référence pour la résolution des équations aux dérivées partielles du transfert conducto-radiatif. Elles permettent de résoudre les équations de manière efficace en utilisant des marcheurs aléatoires pour simuler les processus de transfert d'énergie. Le stage se déroulera au CEA (Commissariat à l'Energie Atomique) CESTA, le centre d'études scientifiques et techniques d'Aquitaine, qui dispose d'une expertise dans le domaine de la rentrée atmosphérique et de la modélisation des transferts d'énergie. Le stage a pour objectifs de : - Développer des fonctionnalités (conditions aux limites, gestion de la population de particules, parallelisation...) dans un code Monte-Carlo existant en C/C++ pour la résolution des équations aux dérivées partielles du transfert conducto-radiatif. - Étudier les différents mécanismes de transfert d'énergie, tels que la conduction thermique, la convection et le rayonnement, et leur impact sur des benchmarks de la littérature.

Le stage commencera par une étude bibliographique sur les méthodes Monte-Carlo pour la résolution d'EDP. Le stagiaire passera par la prise en main du code et de la méthode numérique. Les développements devront être vérifiés sur des cas-tests unitaires et de performances. Une base de non-régression devra être enrichie.

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 02/2026  
Durée souhaitée : 6 mois

Formation et compétences souhaitée :  
Méthodes / logiciels : Niveau d'étude préparé : Bac+5

Le stage est destiné à un étudiant en master 2 en physique, mathématiques ou ingénierie, ayant des compétences en modélisation et analyse numérique. Une expérience préalable dans le domaine de la parallelisation serait un atout.

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :  
Nom du responsable : POETTE Gael, gael.poette@cea.fr  
Autre contact : Breil Jérôme, CEA, jerome.breil@cea.fr

## SUJET DE STAGE

**Navigation inertielle aidée par un réseau de neurones profond - H/F**

La navigation autonome d'un aéronef consiste à déterminer précisément la position et l'attitude. Dans la quasi-totalité des systèmes, elle exploite des mesures inertielles reposant sur des accéléromètres et des gyromètres, qui induisent une dérive du fait de l'intégration des erreurs de mesure. Dans ce contexte, une source complémentaire d'informations doit être utilisée pour recalculer la position et l'attitude. Lorsqu'elle s'appuie sur la connaissance du terrain environnant l'aéronef, on parle de « navigation aidée par le terrain ». Parmi les solutions envisageables, l'imagerie SAR (Synthetic Aperture Radar) est une technique robuste aux conditions météorologiques, qui fonctionne à tout moment de la journée, indépendamment de la luminosité. La correction de la navigation inertielle est réalisée en confrontant la scène acquise en cours de vol à des cartes géo-référencées embarquées à bord. Ces dernières peuvent être notamment constituées d'images optiques du sol, préalablement acquises. L'objectif du stage est de développer un algorithme adapté à la navigation inertielle aidée par le SAR. Il sera chargé d'actualiser la position et l'attitude du porteur en réalisant la fusion de données entre des mesures inertielles et des mesures SAR. Il sera en particulier basé sur une étape de mise en correspondance d'images SAR – optiques par réseau de neurones profonds, déjà entraîné. L'algorithme sera évalué dans un contexte simplifié de navigation de drone d'observation. Le stagiaire démarrera par une étude bibliographique concernant les algorithmes de navigation aidée par le terrain et les réseaux de neurones. Avec l'aide des encadrants, il travaillera ensuite conjointement à la modélisation et à l'approche d'estimation. Un algorithme de navigation exploitant des mesures inertielles et des mesures SAR sera développé en Python. Les résultats seront comparés au cas où seulement des mesures inertielles sont disponibles, afin de quantifier l'apport du recalage.

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 03/2026

Durée souhaitée : 6 mois

Formation et compétences  
souhaitée :

Niveau d'étude préparé : Bac+5

Méthodes / logiciels : Python, algorithmes de navigation

Méthodes d'apprentissage profond

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :

Nom du responsable : VACAR Cornelia, cornelia.vacar@cea.fr

Autre contact : MINVIELLE Pierre, CEA, pierre.minviele@cea.fr

## SUJET DE STAGE

## Recalage d'images par réseaux de neurones pour la navigation - H/F

Les algorithmes de navigation aidée par le terrain permettent aux aéronefs d'estimer précisément leur position et leur vitesse dans des zones où le GPS est inaccessible. Ces algorithmes sont basés sur une étape de mise en correspondance entre une image de référence embarquée et une image acquise en cours du vol, de type SAR (radar à synthèse d'ouverture). Les performances de cette étape de mise en correspondance sont déterminantes pour la fiabilité du système. Dans ce contexte, les méthodes de recalage d'images basées sur des réseaux de neurones, qui s'avèrent très performantes, semblent s'imposer comme un choix naturel. L'objectif du stage est d'évaluer les performances d'un algorithme de recalage d'images de terrain basé sur des réseaux de neurones. A cette fin, le stagiaire devra entraîner une architecture préalablement définie sur une base de données contenant des images SAR, optiques et d'élévation du terrain, qui sera mise à sa disposition. Il devra ainsi déterminer la variation des performances de recalage en fonction de différents facteurs, par exemple la variabilité du terrain ou la nature des images de référence (images optiques, SAR, élévation du terrain). De plus, une analyse sera menée pour évaluer le lien entre les performances de recalage et la résolution des images. Enfin, le stagiaire pourra optimiser le réseau de neurones afin de réduire sa complexité, sans engendrer de perte de performances.

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 03/2026

Durée souhaitée : 6 mois

Formation et compétences  
souhaitée :

Niveau d'étude préparé : Bac+5

Méthodes / logiciels : Python, PyTorch

Méthodes d'apprentissage profond, informatique

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :

Nom du responsable : VACAR Cornelia, cornelia.vacar@cea.fr

Autre contact :

## SUJET DE STAGE

## Adaptation de maillages pour la simulation d'écoulements hypersoniques - H/F

La simulation d'écoulements hypersoniques nécessite souvent une grande finesse de maillage dans des régions localisées du domaine, comme les chocs, les couches limites. Pour garantir la précision tout en maîtrisant les coûts de calcul, on a recours à des techniques d'adaptation de maillage. Trois approches sont classiquement distinguées : l'adaptation h (raffinement/déraffinement local des cellules), r (déplacement des noeuds) et p (modification de l'ordre du schéma). Ce stage se focalisera sur l'adaptation h, qui repose sur l'utilisation d'un estimateur d'erreur pour piloter le raffinement. Deux familles principales d'estimateurs existent : les méthodes « feature-based », basées sur des grandeurs locales (comme les gradients de Mach), et les méthodes « goal-oriented », qui font appel à un problème adjoint pour estimer l'impact de l'erreur sur une grandeur d'intérêt. On s'appuiera ici sur une approche feature-based, plus simple à mettre en œuvre. L'objectif de ce stage sera de comparer des maillages triangulaires et de Voronoï, tous deux raffinés via adaptation h, afin d'évaluer leur efficacité à capturer les structures caractéristiques de l'écoulement, à coût numérique comparable. Le stage commencera par un travail bibliographique sur les techniques d'adaptation de maillage et les estimateurs d'erreur de type feature-based. Les premiers développements concerneront l'implémentation d'un indicateur basé par exemple sur le gradient de Mach ainsi qu'une chaîne d'adaptation h dans un code CFD existant, afin de pouvoir réaliser un raffinement local soit sur maillages triangulaires, soit par insertion de sites dans le cas de maillages de Voronoï. Une campagne de simulations sera menée sur le cas test classique de l'écoulement autour d'un cylindre à Mach 20. L'analyse portera sur la qualité des solutions obtenues, la localisation du raffinement, le comportement des différents types de maillages vis-à-vis des structures caractéristiques de l'écoulement, ainsi que sur la convergence et la robustesse de la méthode. Ce stage s'adresse à un(e) étudiant(e) de niveau M2 ou de dernière année d'école d'ingénieur, disposant de solides bases en calcul numérique et programmation scientifique.

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 02/2026

Durée souhaitée : 6 mois

Formation et compétences souhaitée :

Niveau d'étude préparé : Bac+5

Méthodes / logiciels : Fortran, python, linux

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :

Nom du responsable : BREIL Jérôme, jerome.breil@cea.fr

Autre contact : Muscat Laurent, laurent.muscat@cea.fr

## SUJET DE STAGE

## Adaptation anisotrope de maillages de Voronoï pour la rentrée atmosphérique - H/F

Les écoulements hypersoniques rencontrés lors des phases de rentrée atmosphérique sont caractérisés par des phénomènes physiques intenses et localisés, tels que les chocs détachés, les couches limites minces, ou encore de forts gradients de température et de densité. Capturer correctement ces structures nécessite des maillages capables de s'adapter à la fois à la géométrie complexe du véhicule et aux caractéristiques locales de l'écoulement. Les maillages de Voronoï, et en particulier ceux obtenus par tessellation centroïdale (CVT), offrent une grande flexibilité géométrique et peuvent être régularisés par des approches variationnelles. Couplés à des techniques d'adaptation, ils constituent une alternative prometteuse aux maillages tétraédriques classiques, souvent trop diffusifs dans ce contexte. Ce stage s'inscrit dans le cadre de l'étude de la génération de maillage non-structuré dédiée à la mécanique des fluides dans des régimes extérieurs.

L'objectif du stage est de développer une méthode d'adaptation de maillages de Voronoï pour des configurations typiques d'écoulements hypersoniques. L'étudiant commencera par une étude bibliographique approfondie sur les méthodes d'optimisation des tessellations centroïdales de Voronoï (CVT), en s'intéressant aux approches variationnelles et aux algorithmes efficaces permettant d'accélérer leur convergence. Il introduira ensuite une métrique anisotrope permettant d'orienter et d'étirer les cellules

de Voronoï selon les structures caractéristiques de l'écoulement, telles que les chocs ou les couches limites.

Enfin, une stratégie d'adaptation de type feature-based sera mise en place, reposant sur des indicateurs issus du champ de solution (par exemple, gradients de pression ou de température) pour guider la redistribution des générateurs. Le maillage produit sera couplé à un code de simulation existant, permettant d'évaluer la méthode sur des cas tests représentatifs du régime hypersonique, tels que l'écoulement autour d'un cylindre à Mach 20. Ce stage se déroulera au sein de l'équipe SiMFI du département TREFLE du laboratoire I2M en collaboration avec le CEA.

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 02/2026

Durée souhaitée : 6 mois

Formation et compétences souhaitée :

Niveau d'étude préparé : Bac+5

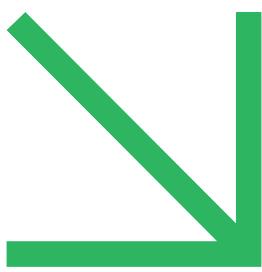
Méthodes / logiciels : Fortran, python, linux

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :

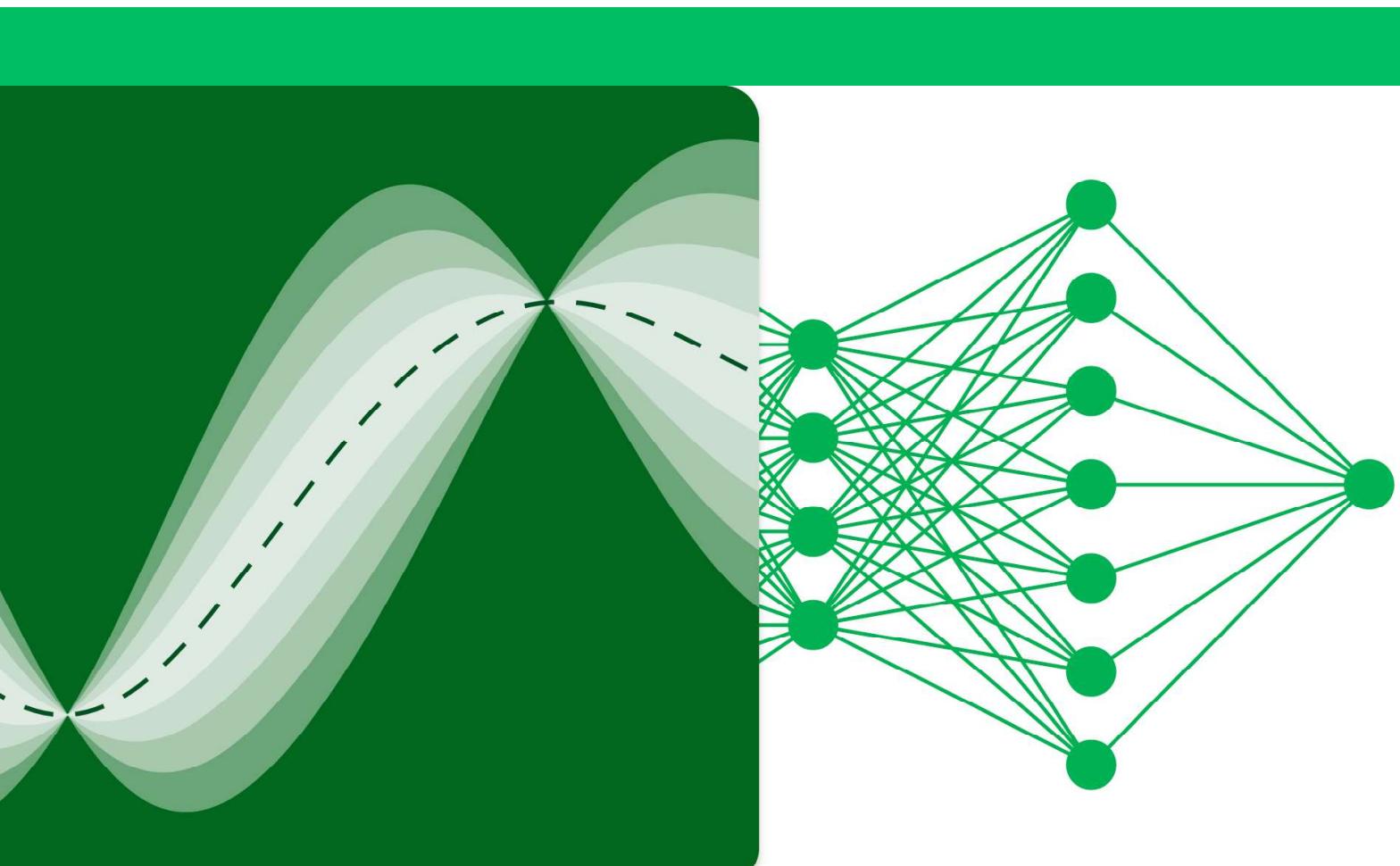
Nom du responsable : BREIL Jérôme, jerome.breil@cea.fr

Autre contact : Lemoine Antoine, antoine.lemoine@enseirb-matmeca.fr



38

## QUANTIFICATION DES INCERTITUDES



## SUJET DE STAGE

### Analyse d'incertitudes dans une chaîne de calcul en rentrée atmosphérique - H/F

Les simulations multi-physiques constituent un moyen essentiel en ingénierie pour analyser des systèmes complexes qui impliquent des interactions entre domaines physiques multiples, tels que la mécanique des fluides, la mécanique des structures et la thermique. Ces simulations sont largement utilisées, notamment dans les domaines de l'aérospatiale, de l'énergie ou de l'automobile.

Or, les incertitudes sont inhérentes à la simulation, que ce soit sur les entrées, les modèles physiques, les erreurs de discréétisation, les paramètres de modèle, les données de calibration, etc. Leur quantification est un enjeu majeur, tant elles vont affecter les prédictions et les décisions qui en découlent. Cela nécessite de propager ces incertitudes, en avant mais aussi en arrière pour la calibration, au travers de la chaîne de calcul. Cette tâche est d'autant plus ardue que le système est complexe, la dimension élevée, les données multiples et hétérogènes, et les coûts calculatoires élevés. La quantification d'incertitudes sera appréhendée comme un problème d'inférence dans des modèles graphiques probabilistes, largement répandus en statistiques bayésiennes et apprentissage statistique [1]. En s'inspirant des travaux de S. Mahadevan [2], on cherchera à maîtriser la méthodologie bayésienne, puis à l'appliquer, d'abord à des problèmes analytiques et par la suite, suivant l'avancement, à une chaîne de calcul en rentrée atmosphérique qui simule les phénomènes multiphysiques (mécanique du vol, aérothermie, etc.) que rencontre un véhicule de rentrée ou capsule rentrant dans les couches denses de l'atmosphère. Un effort important sera consacré à la validation, aux différentes évaluations ainsi qu'à la rédaction d'un rapport.

Les développements seront réalisés en langage python. Avec l'aide des encadrants, des compétences seront acquises en inférence bayésienne dans des modèles graphiques probabilistes et, dans une moindre mesure, en simulation multiphysique.

[1] D. Koller & N. Friedman, Probabilistic graphical models: principles and techniques, MIT press, 2009 [2] S. Sankararaman & S. Mahadevan, Integration of model verification, validation, and calibration for uncertainty quantification in engineering systems, Reliability Engineering and System Safety, 2015.

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée :  
02/2026 Durée souhaitée : 6 mois

Formation et compétences souhaitée :  
Méthodes / logiciels : Python, Latex  
Probabilités - Statistiques - Calcul scientifique

Niveau d'étude préparé :  
Bac+5

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :  
Nom du responsable : MINVIELLE Pierre, pierre.minviele@cea.fr  
Autre contact : Caillaud Clément, clement.caillaud@cea.fr

## SUJET DE STAGE

### Simulation d'essais au jet de plasma en contexte incertain - H/F

La rentrée atmosphérique est le phénomène qui se produit lorsqu'un objet pénètre dans l'atmosphère terrestre à grande vitesse. Le véhicule de rentrée atmosphérique hypersonique est soumis à des forces de frottement avec les molécules de l'air, ce qui génère une chaleur intense. La température peut atteindre plusieurs milliers de degrés Celsius.

Les essais au jet de plasma sont utilisés pour reproduire les conditions de rentrée atmosphérique au sol. Ils consistent à projeter un jet de plasma à haute température et haute vitesse sur un modèle réduit de l'objet à tester. Les essais au jet de plasma permettent de mesurer les effets de la rentrée atmosphérique sur l'objet et de tester les matériaux et les structures des objets spatiaux. Pour modéliser le comportement complexe d'ablation du matériau, il est nécessaire de coupler un calcul d'écoulement avec une description précise de la surface réactive du matériau. Dans ce contexte, une calibration du modèle de récession de la paroi du matériau est nécessaire. Mais cette calibration peut être entachée d'erreurs liées aux paramètres d'entrée du moyen d'essais ou à la modélisation.

L'objectif de ce stage est donc d'évaluer l'incertitude associée aux paramètres de calibration. Tout d'abord, il faudra commencer par définir la liste des données d'entrée impactant les résultats des prévisions ainsi que les incertitudes associées. Ensuite, il faudra définir la fonction d'évaluation que l'on cherche à maximiser (par exemple, la corrélation entre les valeurs prédites et les données expérimentales) et optimiser les paramètres. Comme la résolution des équations de Navier-Stokes demande beaucoup de ressources et de temps de calcul, il sera nécessaire de passer par un méta-modèle pour accélérer le processus. Enfin, il faudra estimer les incertitudes sur les paramètres du modèle pour évaluer la fiabilité des résultats et valider le modèle pour vérifier la cohérence avec les données d'essais.

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

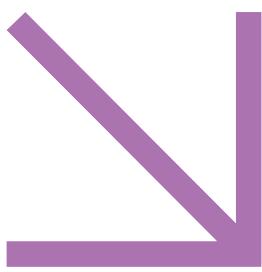
Date de démarrage souhaitée :  
02/2026 Durée souhaitée : 6 mois

Formation et compétences souhaitée :  
Méthodes / logiciels : Python Mécanique des fluides, analyse de sensibilité

Niveau d'étude préparé : Bac+5

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :  
Nom du responsable : LATAPPY Claire, claire.latappy@cea.fr  
Autre contact : BREIL Jérôme, jerome.breil@cea.fr



41

# INFORMATIQUE



## SUJET DE STAGE

## Optimisation de la distribution d'un solveur dense - H/F

Le Département Architecture, Conception et Garantie du CEA/CESTA élabore des modèles physico-numériques multi-physiques, multi-échelles et développe des codes de calcul dans les domaines de l'aérodynamique hypersonique, de l'électromagnétisme et de la dynamique rapide. Ces développements bénéficient des approches les plus modernes du génie logiciel et sont conduits dans le contexte du calcul haute performance afin de tirer le meilleur parti des supercalculateurs de la DAM.

Dans ce stage, vous serez amené à travailler sur un solveur linéaire dense pour résoudre des problèmes d'électromagnétisme. À cette fin, et étant donné la nature même des supercalculateurs, une distribution plus intelligente des ressources de calculs est nécessaire pour résoudre de manière toujours plus efficace notre système linéaire.

Le candidat sera amené dans un premier temps à retravailler la distribution MPI du système linéaire afin de limiter les échanges (en volume et en nombre) lors de l'étape de factorisation. Certaines pistes ont déjà été mises en place dans le monde académique, comme la distribution symétrique bloc cyclique.

Dans un second temps, les seconds membres devront être redistribués afin d'utiliser au mieux les ressources de calculs fournies par le CEA-DAM. Des études de performances devront être réalisées tout au long du stage afin de s'assurer de l'amélioration des performances du solveur.

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 02/2026

Durée souhaitée : 6 mois

Niveau d'étude préparé :  
Bac+5

Formation et compétences souhaitée :

Méthodes / logiciels : Parallelisme, algorithmie, Calcul Haute Performance Esprit d'équipe, esprit d'analyse, sens relationnel, sens de la communication et esprit de synthèse

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :

Nom du responsable : DELARUE Tony, tony.delarue@cea.fr

Autre contact : BOUZAT Nicolas, nicolas.bouzat@cea.fr

## SUJET DE STAGE

### Stratégies de différentiation automatique HPC pour la simulation aérodynamique - H/F

Le Département Architecture Conception et Garantie du CEA/CESTA élabore des modèles physico-numériques multi-physiques et développe des codes de calcul pour ses activités dans le domaine de l'aérodynamique hypersonique. Dans le cadre du développement de logiciels HPC, nous sommes à la recherche d'un(e) stagiaire pour évaluer les performances qualitatives et quantitatives de différentes bibliothèques informatiques de différentiation automatique. Ces bibliothèques seront évaluées au sein d'un code écrit en C++ utilisant Kokkos, une bibliothèque de programmation parallèle développée par le Sandia National Laboratories pour le compte du Department of Energy des Etats-Unis. L'objectif de ce stage est d'exploiter au mieux la puissance de calcul des machines du CEA, afin de d'intégrer des outils d'optimisation et d'analyse de propagation d'erreur, et de construire des réseaux de neurones pour accélérer les temps de restitution des simulations.

Le stage consiste à :

1. intégrer dans le code d'études les bibliothèques identifiées ;  
la mise en oeuvre effective sera guidée par
  - la générnicité de la programmation
  - la souplesse de l'évolution du code de simulation
2. effectuer les estimations qualitatives et quantitatives des performances obtenues ;  
  - analyse de la précision des résultats obtenus pour chaque bibliothèque
  - mesure des temps de calculs sur les différentes machines du CEA
3. proposer une interface avec les méthodes d'optimisation et d'analyse de propagation d'erreur ;  
les résultats obtenus doivent être exploités par divers algorithmes d'optimisation ou de propagation d'erreur.
4. proposer un argumentaire pour désigner la solution la mieux adaptée aux besoins de ce code

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 02/2026

Durée souhaitée : 4-6 mois

Formation et compétences souhaitée :

Niveau d'étude préparé : Bac+5

Méthodes / logiciels :

Étudiant(e) en dernière année d'école d'ingénieur ou en master 2 en informatique ou en mathématiques appliquées.  
Bonnes compétences en programmation objet, en C++ et en programmation parallèle.  
Connaissances en mathématiques appliquées notamment en calcul différentiel.  
Rigueur, autonomie et capacité à travailler en équipe.

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :

Nom du responsable : BROUILLAT Sébastien, sebastien.brouillat@cea.fr  
Autre contact : FOVET Benjamin,

## SUJET DE STAGE

## Délégation d'IOs pour logiciels de simulation - H/F

Le Département Architecture Conception et Garantie du CEA/CESTA élabore des modèles physico-numériques multi-physiques, multi-échelles et développe des codes de calcul dans les domaines de l'aérodynamique hypersonique, de l'électromagnétisme et de la dynamique rapide. Ces développements bénéficient des approches les plus modernes du génie logiciel et sont conduits dans le contexte du calcul haute performance afin de tirer le meilleur parti des supercalculateurs de la DAM. La simulation des phénomènes de rentrée atmosphérique pour des objets tridimensionnels nécessite une puissance de calcul importante mise en oeuvre sur des architectures matérielles hétérogènes et génère une grande quantité de données. L'objectif de ce stage est de développer et déployer un logiciel qui sera écrit en Rust afin de faciliter la délégation des IOs dans les codes de simulation. On étudiera particulièrement la librairie Kafka pour envoyer des flux de données sur des noeuds du calculateur différents de ceux de la simulation, et des scripts Python seront développés pour consommer ces données. L'ensemble sera déployé et exécuté sur les supercalculateurs exaflopiques de la DAM, avec SLURM pour orchestrer les jobs. Le stage se déroulera dans un laboratoire au confluent des 3 thématiques d'intérêt : génie logiciel, bigdata et HPC.

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 02/2026

Durée souhaitée : 6 mois

Formation et compétences souhaitée :

Niveau d'étude préparé : Bac+5

Méthodes / logiciels : Rust,Python,Kafka, architecture distribuée, HPC

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :

Nom du responsable : FOVET BENJAMIN, benjamin.fovet@cea.fr

Autre contact :

## SUJET DE STAGE

### Implémentation de la précision mixte dans un solveur dense - H/F

Le Département Architecture, Conception et Garantie du CEA/CESTA élabore des modèles physico-numériques multi-physiques, multi-échelles et développe des codes de calcul dans les domaines de l'aérodynamique hypersonique, de l'électromagnétisme et de la dynamique rapide. Ces développements bénéficient des approches les plus modernes du génie logiciel et sont conduits dans le contexte du calcul haute performance afin de tirer le meilleur parti des supercalculateurs de la DAM.

Dans ce stage, vous serez amené à travailler sur un solveur linéaire dense à coefficients complexes pour résoudre des problèmes d'électromagnétisme. Selon le problème, une précision plus ou moins grande peut être demandée pour répondre aux exigences numériques du cas. Dans le cadre d'une exécution en double précision, tous les calculs ne nécessitent pas forcément de rester avec des blocs stockés de cette manière. Le candidat sera amené dans un premier temps à implémenter un système de stockage dynamique en fonction de la précision attendue, et à mettre à jour les noyaux de calculs du solveur dense sur CPU.

Dans un second temps, ces modifications devront être apportées aux autres solveurs de notre logiciel : le solveur sur GPU, avec en plus la mise en place de la demi précision, et sur le solveur hiérarchique.

Enfin, nous devrons nous assurer que l'étape de résolution linéaire fonctionne également avec cette nouvelle implémentation.

Des études de performances devront être réalisées tout au long du stage afin de s'assurer de l'amélioration des performances du solveur.

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 02/2026

Durée souhaitée : 6 mois

Niveau d'étude préparé : Bac+5

Formation et compétences souhaitée :

Méthodes / logiciels : Parallélisme, algorithmie, Calcul Haute Performance Esprit d'équipe, esprit d'analyse, sens relationnel, sens de la communication et esprit de synthèse

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :

Nom du responsable : DELARUE Tony, tony.delarue@cea.fr

Autre contact : LUGATO David, david.lugato@cea.fr

## SUJET DE STAGE

## Création d'un service de supervision et exécution de workflow HPC - H/F

Le Département Architecture Conception et Garantie du CEA/CESTA élabore des modèles physico- numériques multi-physiques, multi-échelles et développe des codes de calcul dans les domaines de l'aérodynamique hypersonique, de l'électromagnétisme et de la dynamique rapide. Ces développements bénéficient des approches les plus modernes du génie logiciel et sont conduits dans le contexte du calcul haute performance afin de tirer le meilleur parti des supercalculateurs de la DAM.

Le laboratoire d'accueil de ce stage met à disposition des utilisateurs un kit de développement logiciel (SDK) qui permet de mettre au point des workflows de simulation sur les environnements de calcul de partager les données en amont comme en aval. L'objectif de ce stage est de mettre en place un service de supervision et d'exécution basé sur cette bibliothèque qui permettra aux utilisateurs de définir des workflows plus complexes.

L'objectif de ce stage est de développer un démonstrateur de faisabilité. Plusieurs thématiques seront abordées après un état de l'art des solutions disponibles :

- développements en Python dans des projets sous Gitlab,
- conteneurisation / virtualisation des environnements d'exécution,
- HPC : exploitation d'un cluster de calcul via SLURM / FLUX ou Dask,
- développement d'une API REST pour réaliser des opérations sur le workflow.

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée :  
02/2026 Durée souhaitée : 4-6 mois

Formation et compétences souhaitée : Méthodes / logiciels : Niveau d'étude préparé : Bac+5

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

Contacts :  
Nom du responsable : GAISET Valentin, valentin.gaisset@cea.fr  
Autre contact : LUGATO David,

## SUJET DE STAGE

### Déploiement du Model Context Protocol (MCP) sur réseau privé - H/F

Le Département Architecture Conception et Garantie du CEA/CESTA élabore des modèles physico-numériques multi-physiques, multi-échelles et développe des codes de calcul dans les domaines de l'aérodynamique hypersonique, de l'électromagnétisme et de la dynamique rapide. Ces développements bénéficient des approches les plus modernes du génie logiciel et sont conduits dans le contexte du calcul haute performance afin de tirer le meilleur parti des supercalculateurs de la DAM.

Avec la montée en puissance des agents IA collaboratifs, des protocoles comme MCP (Model Context Protocol) émergent pour structurer la façon dont ces agents interagissent, partagent du contexte et progressent ensemble dans des workflows complexes.

MCP permet notamment de fournir un cadre formel de représentation du contexte que les modèles de langage utilisent pour prendre des décisions ou produire du code.

Ce stage vise à étudier et implémenter MCP dans un environnement fermé (offline), typique des réseaux industriels ou souverains, et

à y déployer des workflows automatisés de développement logiciel pilotés par des agents IA spécialisés.

Objectifs du stage :

1. Étude approfondie du Model Context Protocol (MCP) :
  - o Spécifications, formats (JSON, Graph, etc.), types de contexte pris en charge.
  - o Cas d'usage actuels dans l'écosystème IA agentique.
2. Déploiement d'un environnement MCP-compatible sur réseau offline :
  - o Adaptation aux contraintes réseau et aux limitations d'accès à Internet.
  - o Mise en cache ou fine-tuning de modèles LLM pour usage local.
3. Conception d'un système d'agents IA spécialisés :
  - o Agents orientés développement logiciel (génération de code, tests, debug, documentation, etc.).
  - o Interfaçage avec le protocole MCP (lecture, écriture, mise à jour du contexte).
4. Mise en place d'un orchestrateur de workflows :
  - o Coordination des agents autour d'objectifs logiciels.
  - o Déclenchement de tâches, suivi de l'état des actions, gestion du contexte partagé.
5. Démonstration de cas d'usage :
  - o Exemple : création automatisée d'un composant logiciel à partir d'un prompt.
  - o Documentation et tests produits par les agents eux-mêmes via MCP.

Conformément aux engagements pris par le CEA en faveur de l'intégration des personnes handicapées, cet emploi est ouvert à toutes et à tous. Le CEA propose des aménagements et/ou des possibilités d'organisation pour l'inclusion des travailleurs handicapés. Participant à la protection nationale, une enquête administrative est réalisée pour tous les collaborateurs du CEA afin d'assurer l'intégrité et la sécurité de la nation.

Date de démarrage souhaitée : 02/2026

Durée souhaitée : 4-6 mois

Formation et compétences souhaitée :

Niveau d'étude préparé : Bac+5

Méthodes / logiciels :

Lieu : CEA - Cesta, BP 2 – 33114 Le Barp

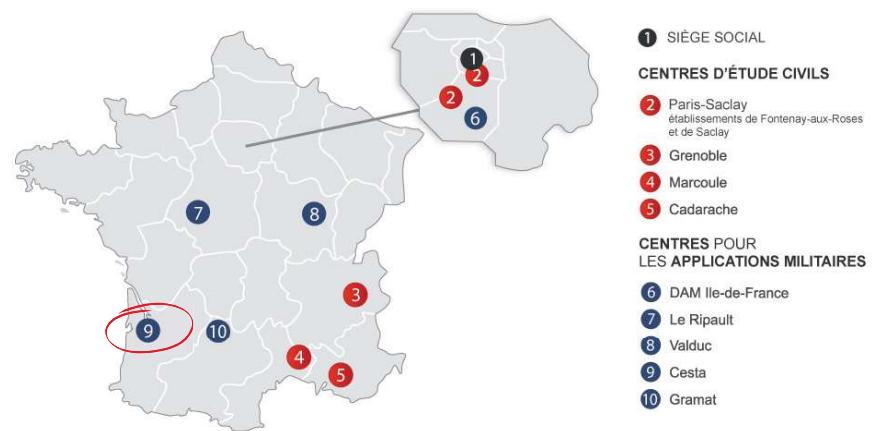
Contacts :

Nom du responsable : LIVET Yohan, yohan.livet@cea.fr

Autre contact : LUGATO David,



# Rejoignez-Nous !



**CESTA**  
15 avenue des sablières  
CS 60001  
33116 Le Barp Cedex

Tél. : 33 (0)5 57 04 40 00