



# Formulation intégrale en potentiels pour les problèmes basse-fréquence en électromagnétisme

*Stage de fin d'étude école d'ingénieurs et M2 Spécialité Mathématiques Appliquées*

A partir de février 2024 pour 6 mois (dates flexibles)  
(Rémunération brut de 700 à 1300 Euros + Prime de 10%)  
CEA/CESTA, 15 avenue des sablières, 33116 Le Barp  
Niveau d'habilitation requis: SD

Mots clés :Analyse numérique, Equations intégrales, Eléments finis, Programmation

*Justine Labat ([justine.labat@cea.fr](mailto:justine.labat@cea.fr))  
Muriel Sesques ([muriel.sesques@cea.fr](mailto:muriel.sesques@cea.fr))*

## **Qui sommes-nous ?**

Le service de modélisations et de mathématiques pour la simulation du CEA/CESTA élabore des modèles physico-numériques multi-physiques, multi-échelles, développe des codes de calcul dans les domaines de l'aérodynamique hypersonique, de la dynamique rapide, de l'électromagnétisme, de l'électrodynamique et participe à la conception d'expériences et à leur analyse. 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. Au sein du service de Modélisations et Mathématiques pour le Simulation vous intégrerez l'équipe en charge du développement des codes de Furtivité.

## **Le contexte**

Les méthodes d'équations intégrales surfaciques sont particulièrement adaptées à la résolution de problèmes de diffraction, toutefois leur discrétisation mène à des systèmes linéaires denses et généralement mal conditionnés. En particulier, les formulations équations intégrales classiques souffrent des phénomènes appelés "low-frequency breakdown" et "dense-mesh breakdown", c'est-à-dire, à basses fréquences ou pour des maillages très raffinés (ou très hétérogènes), les matrices induites ont un très mauvais conditionnement ce qui impacte fortement la vitesse de convergence des solveurs itératifs et engendre des instabilités numériques.

## **Les objectifs**

Des formulations équations intégrales plus exotiques basées sur la décomposition en potentiels des champs électromagnétiques ont été développées pour palier cette difficulté. Après avoir réalisé une étude bibliographique, le stagiaire devra développer et implémenter une formulation dans un code maquette d'électromagnétisme 3D. Dans un premier temps, il mettra en évidence à l'aide d'exemples numériques le phénomène de « dense-mesh breakdown ». Dans un second temps, il implémentera et validera de manière numérique la formulation intégrale de type tout potentiels. Il comparera cette formulation à une formulation de type courant-charge dans le cadre des problèmes à basse fréquence et déterminera si cette solution est viable dans le cadre de maillages très hétérogènes.