

ESIEE PARIS	Projets Étudiants E3 Axe Recherche 2024-2025
Version : 1	Date : 01/03/2025
Entreprise ou laboratoire : (nom et adresse) Laboratoire ESYCOM, ESIEE Paris, Université Gustave Eiffel, CNRS, UMR 9007	
Interlocuteur ESIEE Paris : Georges HAMAOUÏ et Armande HERVE	
Suiveur(s) : Georges HAMAOUÏ et Armande HERVE	

Axe : Informatique et Communication	Titre : Simulation sous COMSOL Multiphysics pour des matériaux innovants en refroidissement microélectronique
Domaine(s) du projet :	
<input checked="" type="checkbox"/> Informatique <input checked="" type="checkbox"/> Électronique <input type="checkbox"/> e-Santé <input checked="" type="checkbox"/> Data science et IA <input checked="" type="checkbox"/> Systèmes Embarqués <input type="checkbox"/> Génie Industriel <input checked="" type="checkbox"/> Énergie <input type="checkbox"/> Réseaux <input type="checkbox"/> Cyber Sécurité <input type="checkbox"/> Communication/Marketing <input type="checkbox"/> Autre :	
<u>MOTS CLES :</u> Simulation numérique, COMSOL Multiphysics, Refroidissement microélectronique, Nanocomposites, Diamant, SiC, Métaux, Packaging thermique, Caractérisation thermique, Étude bibliographique, Collaboration internationale.	
<u>CONTEXTE DU PROJET :</u> Avec l'augmentation de la densité de puissance des dispositifs microélectroniques, la gestion thermique est devenue un enjeu majeur. Ce projet s'intéresse à de nouveaux matériaux à base de diamant et de SiC sous forme de nanocomposites diamant/métaux, promettant des performances thermiques exceptionnelles. Ces matériaux innovants seront fabriqués dans la salle blanche d'ESIEE Paris (Université Gustave Eiffel), dans le cadre d'une collaboration entre notre équipe, le laboratoire ITheMM de l'Université de Reims et le LIMMS de l'Université de Tokyo. Ce projet vise à simuler, via COMSOL Multiphysics, les performances thermiques de ces matériaux pour des applications en refroidissement de dispositifs électroniques. Les simulations intégreront des données expérimentales préliminaires et tiendront compte des propriétés thermiques spécifiques, des contraintes géométriques et des conditions de fonctionnement réalistes. Objectifs Principaux : 1. Avancer la recherche sur les matériaux thermiques innovants • Intégrer les propriétés thermiques des nouveaux nanocomposites diamant/métaux dans un cadre de simulation robuste.	

- Démontrer leur potentiel pour améliorer la gestion thermique en microélectronique.
- 2. **Concevoir des solutions thermiques adaptées**
 - Proposer des designs de packaging optimisés pour maximiser la dissipation thermique.
 - Tester ces designs numériquement pour prédire leur efficacité en conditions réelles.
- 3. **Renforcer les collaborations académiques**
 - Collaborer avec des doctorants et stagiaires pour affiner les propriétés thermiques nécessaires aux simulations.
 - Contribuer à un projet international en partenariat avec l'ITheMM (Reims) et le LIMMS (Tokyo).

Ce projet permettra aux étudiants de participer activement à une recherche d'avant-garde, tout en développant des compétences en simulation et en conception applicables à des problématiques industrielles concrètes.

PROPOSITION DU SUJET :

Le projet comprend trois volets principaux :

1. **Étude bibliographique et revue de l'état de l'art**
 - Rechercher et analyser les travaux antérieurs sur les matériaux à base de diamant, SiC et leurs composites dans le domaine du refroidissement électronique.
 - Identifier les approches de simulation et les critères de performance les plus pertinents pour ce type de matériau.
2. **Développement de simulations sous COMSOL Multiphysics**
 - Construire un modèle numérique prenant en compte les propriétés thermiques spécifiques (conductivité, capacité thermique, etc.), les contraintes géométriques, et les interfaces matériau-métal.
 - Intégrer les données expérimentales issues de la caractérisation des échantillons fabriqués en salle blanche.
 - Effectuer des analyses paramétriques pour évaluer l'impact des propriétés des matériaux sur leurs performances thermiques.
3. **Proposition et optimisation de designs pour les packaging thermiques**
 - Développer des modèles conceptuels (blueprints) de packaging basés sur les résultats des simulations.
 - Optimiser les designs pour maximiser la dissipation thermique et minimiser les gradients de température.

COMPETENCES DEVELOPPEES :

- Maîtrise de COMSOL Multiphysics pour la simulation thermique et multiphysique.
- Analyse critique des propriétés thermiques des matériaux et leur intégration dans un modèle numérique.
- Conception et optimisation de systèmes de packaging thermique pour des applications microélectroniques.
- Méthodologie de recherche bibliographique approfondie et positionnement scientifique.
- Collaboration interdisciplinaire et internationale avec des laboratoires partenaires.

RESULTATS ATTENDUS :

- Une synthèse bibliographique sur les matériaux thermiques avancés pour la microélectronique, incluant un positionnement par rapport à l'état de l'art.
- Des simulations numériques fiables et détaillées, fournissant des résultats prédictifs sur les performances des nanocomposites diamant/métaux.
- Des modèles optimisés de packaging thermique avec une documentation claire des méthodologies et des résultats.

LIVRABLES : Livrables du Projet :

1. Rapport bibliographique sur les travaux existants et les technologies émergentes en refroidissement microélectronique.
2. Modèles COMSOL Multiphysics complets avec documentation des paramètres et résultats.
3. Blueprints détaillés des designs optimisés pour les packaging thermiques.
4. Rapport final intégrant toutes les étapes du projet et les recommandations pour les travaux futurs.

MATERIELS NECESSAIRES :

- Accès à COMSOL Multiphysics et à ses modules thermiques/multiphysiques.
- Caractéristiques thermiques des matériaux obtenues via des collaborations en cours (doctorants et stagiaires).
- Données expérimentales issues des échantillons fabriqués en salle blanche d'ESIEE Paris.