

# Ingénieur de recherche en calcul scientifique et/ou intensif

E1E25

Calcul scientifique et calcul intensif - IR

## Mission

L'ingénieur de recherche en calcul scientifique apporte, dans le cadre de projets de recherche, une expertise dans l'utilisation des méthodes mathématiques et des moyens informatiques pour résoudre un problème théorique ou une situation d'expérience et d'observation. L'ingénieur sera fortement impliqué dans l'activité de recherche du domaine scientifique concerné et dans les activités informatiques associées avec un équilibre variable entre les deux.

## Activités principales

- ◆ Formaliser ou aider un chercheur à formaliser un problème scientifique, pour sa modélisation, sa représentation et son traitement.
- ◆ Concevoir, développer ou adapter des méthodes d'analyse : calcul numérique, statistique, traitement du signal, traitement d'images, modélisation...
- ◆ Choisir les moyens logiciels et matériels, en tenant compte de leurs performances et de leur pertinence dans le cadre d'un problème donné ou d'un projet de recherche.
- ◆ Assurer l'organisation des données et le suivi de leur exploitation jusqu'à leur visualisation.
- ◆ Conduire un projet technique qui concourt à la résolution d'une problématique scientifique dans ses dimensions techniques, humaines et administratives.
- ◆ Développer une connaissance opérationnelle dans le domaine d'application pour proposer des stratégies d'évolution et d'amélioration.
- ◆ Réaliser une veille technologique sur les langages de programmation et les paradigmes associés, ainsi que sur l'évolution des architectures matérielles, des systèmes et des concepts associés.
- ◆ Réaliser une veille scientifique sur l'évolution des concepts et des méthodes dans les domaines d'application.
- ◆ Former et assurer le transfert des connaissances et des savoir-faire : participer à la formation des utilisateurs du calcul scientifique, diffuser et valoriser les méthodes et outils développés.
- ◆ Participer au choix, à l'acquisition et/ou à l'exploitation des moyens de calcul.
- ◆ Encadrer et animer une équipe.

- ◆ Représenter son organisme auprès de différents publics nationaux ou internationaux.
- ◆ Participer à un réseau professionnel

## Compétences principales

### Connaissances

- ◆ Connaissance approfondie des mathématiques appliquées et des méthodes numériques associées.
- ◆ Connaissance approfondie des techniques de programmation, de parallélisation et d'optimisation.
- ◆ Connaissance générale des bibliothèques en calcul scientifique.
- ◆ Connaissance générale des architectures des ordinateurs et systèmes à mémoire distribuée et partagée et des systèmes d'exploitation.
- ◆ Connaissance générale des technologies actuelles et émergentes en HPC, grille et cloud.
- ◆ Connaissance générale des systèmes d'exploitation Unix.
- ◆ Connaissance des domaines d'utilisation du calcul scientifique, dans la recherche comme dans les domaines techniques industriels.

### Compétences opérationnelles

- ◆ Maîtriser une ou des méthodes d'analyse ou de traitement mathématique spécifiques.
- ◆ Intégrer dans ses activités les évolutions des méthodes mathématiques, des outils informatiques et de la discipline d'application.
- ◆ Comprendre et analyser le problème scientifique posé. Évaluer et maîtriser le degré d'approximation des méthodes utilisées.
- ◆ Maîtriser les techniques d'optimisation du calcul scientifique.
- ◆ Identifier les critères de choix des méthodes et des tests de validation adaptés aux problématiques scientifiques.
- ◆ Choisir et mettre en oeuvre les langages de programmation appropriés, les interfaces entre ces langages, les bibliothèques de calcul et les techniques de parallélisation.
- ◆ Travailler en interaction avec une ou plusieurs équipes de recherche.
- ◆ Maîtriser les méthodes de développement (gestion de versions, tests, documentation, développement itératif,...) et permettre la pérennité des codes.
- ◆ Maîtriser l'ensemble des méthodologies de la conduite de projet.

# Ingénieur de recherche en calcul scientifique et/ou intensif

E1E25

Calcul scientifique et calcul intensif - IR

- ◆ Rechercher et sélectionner les informations et les formations pertinentes pour actualiser ses connaissances.
- ◆ Maîtriser les techniques de management d'équipe, de communication, d'animation de réunion. Mobiliser une équipe autour d'un projet commun.
- ◆ Transmettre des savoir-faire techniques et méthodologiques en adaptant ses explications au public concerné.
- ◆ Anglais : compréhension orale et écrite niveau III ; expression orale et écrite : niveau II

## Formation professionnelle souhaitable

Simulation numérique et modélisation, informatique scientifique, calcul scientifique, mathématiques appliquées, calcul intensif.

## Tendances d'évolution

- ◆ L'évolution des outils et des ressources de calcul amène à des modélisations de plus en plus complexes, parfois au croisement de plusieurs domaines disciplinaires ce qui conduit à développer et à approfondir sa culture scientifique.
- ◆ L'évolution des performances des ordinateurs, le volume important des données et les architectures parallèles et/ou distribuées, nécessitent un accroissement des connaissances en système et architecture ainsi qu'une évolution constante des codes de calcul développés.
- ◆ La taille des problèmes et leur complexité augmentent et peuvent nécessiter la manipulation de gros volumes de données. L'aspect modulaire des codes et le couplage de codes sont de plus en plus critiques et nécessitent une rigueur plus importante dans la méthodologie de développement.

## Mission

L'ingénieur en calcul scientifique met en oeuvre des méthodes mathématiques et des moyens informatiques pour résoudre un problème théorique ou une situation d'expérience et d'observation et crée ou propose les outils adaptés à la résolution informatique d'un problème scientifique. L'ingénieur facilite l'accès à ces outils et apporte un support à la mise en oeuvre des méthodes en calcul scientifique.

### Activités principales

- ◆ Adapter et mettre en oeuvre des méthodes d'analyse mathématiques pour répondre à un besoin de recherche (calcul numérique, statistique, traitement du signal, traitement des images, modélisation...).
- ◆ Choisir, adapter, intégrer les développements existants et programmer les éléments manquants pour traiter un problème de calcul scientifique, en respectant un cahier des charges.
- ◆ Porter et optimiser les logiciels et applications sur différentes architectures matérielles.
- ◆ Dépouiller et exploiter numériquement les données d'expérience ou d'observation. Définir les critères de qualité nécessaires.
- ◆ Rédiger les documentations nécessaires aux utilisateurs.
- ◆ Réaliser une veille technologique sur l'évolution des architectures matérielles, des systèmes et des concepts associés. Réaliser une veille scientifique sur l'évolution des concepts et des méthodes dans les domaines utilisant les moyens de calcul de haute performance.
- ◆ Former et assurer le transfert des connaissances et des savoir-faire.
- ◆ Participer au choix, à l'acquisition et/ou à l'exploitation des moyens de calcul.
- ◆ Valoriser les développements informatiques.

## Compétences principales

### Connaissances

- ◆ Connaissance générale d'une méthode d'analyse numérique ou un traitement mathématique spécifique.
- ◆ Notions de base en mathématiques appliquées.
- ◆ Notions de base sur les autres domaines utilisant de grandes puissances de traitement.
- ◆ Notions de base sur les méthodologies de développement logiciel.

- ◆ Notions de base des systèmes d'exploitation Unix.
- ◆ Connaissance du domaine scientifique d'application et des logiciels scientifiques associés.

### Compétences opérationnelles

- ◆ Utiliser les techniques informatiques pour le traitement, la modélisation et la représentation du problème scientifique.
- ◆ Maîtriser la pratique de logiciels scientifiques.
- ◆ Maîtriser les principaux environnements, matériels et logiciels, liés à l'analyse des résultats et à leur représentation graphique.
- ◆ Choisir et mettre en oeuvre les langages de programmation appropriés, les interfaces entre ces langages, les bibliothèques de calcul et les techniques de parallélisation.
- ◆ Appliquer au moins une méthode d'analyse ou de traitement mathématique spécifiques.
- ◆ Travailler en interaction avec une équipe dans le cadre d'un projet de recherche.
- ◆ Transmettre des savoir-faire techniques et méthodologiques en adaptant ses explications au public concerné.
- ◆ Rechercher et sélectionner les informations et les formations pertinentes pour actualiser ses connaissances.
- ◆ Anglais : compréhension orale et écrite niveau II ; expression orale et écrite : niveau I

## Formation professionnelle souhaitable

Simulation numérique et modélisation, informatique scientifique, calcul scientifique, mathématiques appliquées.

## Tendances d'évolution

- ◆ L'évolution des outils et des ressources de calcul amène à des modélisations de plus en plus complexes, parfois au croisement de plusieurs domaines disciplinaires ce qui conduit à développer et à approfondir sa culture scientifique.
- ◆ L'évolution des performances des ordinateurs, le volume important des données et les architectures parallèles et/ou distribuées, nécessitent un accroissement des connaissances en système et architecture ainsi qu'une évolution constante des codes de calcul développés.

◆ La taille des problèmes et leur complexité augmentent et peuvent nécessiter la manipulation de gros volumes de données. L'aspect modulaire des codes et le couplage de codes sont de plus en plus critiques et nécessitent une rigueur plus importante dans la méthodologie de développement.

---

## Mission

L'ingénieur en calcul intensif met en oeuvre des algorithmes numériques parallèles et crée ou propose des outils adaptés aux infrastructures massivement parallèles et distribuées ou à la gestion de grandes masses de données. L'ingénieur facilite également l'accès à ces outils.

## Activités principales

- ◆ Adapter et mettre en oeuvre des algorithmes parallèles pour le calcul et la gestion des entrées/sorties dans l'objectif de répondre à un besoin de recherche.
- ◆ Mettre en oeuvre des outils pour l'analyse et/ou la visualisation de grandes masses de données.
- ◆ Choisir, adapter, intégrer des développements existants et programmer les éléments manquants à l'implémentation efficace sur architectures parallèles, hybrides ou distribuées.
- ◆ Porter et optimiser les logiciels et applications sur les centres de calcul régionaux, nationaux et européens.
- ◆ Assurer la mémoire et la maintenance des méthodes et outils développés.
- ◆ Réaliser une veille technologique sur l'évolution des architectures et des outils associés ainsi que sur les architectures matérielles, les systèmes et les concepts associés.
- ◆ Réaliser une veille scientifique sur l'évolution des algorithmes les plus adaptés au calcul intensif.
- ◆ Être l'interlocuteur privilégié pour les centres régionaux, nationaux et européens.
- ◆ Participer au choix, à l'acquisition et/ou à l'exploitation des moyens de calcul.
- ◆ Rédiger les documentations nécessaires aux utilisateurs.
- ◆ Former et assurer le transfert des connaissances et des savoir-faire.

## Compétences principales

### Connaissances

- ◆ Connaissance générale en programmation, en informatique et en algorithmie en lien avec le calcul intensif.

- ◆ Connaissances des infrastructures matérielles, des architectures massivement parallèles (systèmes de fichiers, systèmes d'interconnexion...)
- ◆ Notions de base sur les autres domaines utilisant de grandes puissances de calcul.
- ◆ Notions sur les règles de qualité pour l'écriture des logiciels et la maintenance d'un « espace de travail collaboratif ».
- ◆ Connaissance générale des systèmes d'exploitation Unix.
- ◆ Notions de base des méthodes numériques
- ◆ Connaissance des méthodes numériques et des logiciels scientifiques du domaine d'application.
- ◆ Connaissance du domaine scientifique d'application.

### Compétences opérationnelles

- ◆ Utiliser les techniques informatiques du calcul intensif pour le développement de codes de calcul et d'outils logiciels pour le domaine scientifique d'application (maîtrise des techniques de génie logiciel, des outils de débogage et d'optimisation séquentiels et parallèles...)
- ◆ Maîtriser la pratique de codes de recherche et de logiciels scientifiques dans la mise en oeuvre, le suivi et l'exploitation de simulations relevant du calcul intensif.
- ◆ Maîtriser les outils de fouille, d'analyse et de visualisation pour les petites et/ou grandes masses de données.
- ◆ Maîtriser les langages de programmation et bibliothèques usuels pour le calcul intensif (ex. MPI, OpenMP, Cuda, OpenCL, OpenACC ou leurs évolutions...).
- ◆ Travailler en interaction avec une équipe (personnel technique et chercheurs) dans le cadre d'un projet de recherche.
- ◆ Transmettre un certain nombre de savoir-faire techniques et méthodologiques en adaptant ses explications au public concerné.
- ◆ Rechercher et sélectionner les informations et les formations pertinentes pour actualiser ses connaissances.
- ◆ Anglais : compréhension orale et écrite niveau II ; expression orale et écrite : niveau I

## Formation professionnelle souhaitable

Informatique scientifique, calcul intensif  
Expérience de développement dans un contexte scientifique, calcul scientifique.

## Tendances d'évolution

- ◆ Les architectures massivement parallèles changent rapidement nécessitant une évolution constante des codes de calcul afin de profiter pleinement de la puissance de calcul offerte.
  - ◆ La diversification des outils logiciels et des architectures nécessitent un accroissement des connaissances en architecture informatique et en outils logiciels pour le calcul intensif.
-

## Pilote :

Muriel Perier

## Animateur :

Loïc Gouarin

## Experts de la famille professionnelle

Bernardi Lorenzo  
Laboratoire de Photonique et Nanostructure CNRS  
UPR 20

Cadiou Anne  
UMR 5509

Gouarin Loic  
UMR 8628

Le Guirriec Emmanuel  
UMR 7346

Lévy Claire  
LOCEAN

Miele Vincent  
Laboratoire Biométrie Biologie Evolutive, UMR5558

Santandrea Laurent  
Laboratoire GeePs-UMR 8507

Talandier Claude  
UMR6523 LPO