

Offre d'emploi (contrat à durée déterminée) :
Ingénieur de Recherche en Calcul Scientifique Haute Performance
pour l'imagerie géophysique

Diplôme requis : Bac+5 (M2, ingénieur) ou doctorat

Localisation : Laboratoire Geoazur & Observatoire de la Côte d'Azur - Université Nice Sophia-Antipolis, CNRS, IRD, Sophia-Antipolis.

Date de début : à partir de Mai 2013

Durée : contrat d'un an renouvelable deux fois (total de trois ans)

Salaire : net €1941 par mois

Contact : En cas d'intérêt pour cette offre d'emploi, envoyer une lettre de motivation et un CV à Stéphane Operto (email : Stephane.Operto@geoazur.unice.fr) et à Alain Miniussi (email : Alain.Miniussi@oca.eu).

Contexte et environnement

Le laboratoire Geoazur (<https://geoazur.oca.eu>) sous la tutelle de l'Université de Nice Sophia-Antipolis, du CNRS, de l'Observatoire de la Côte d'Azur et de l'IRD recrute sur contrat à durée déterminée un ingénieur de recherche en calcul scientifique en support aux activités d'imagerie géophysique menées au sein du laboratoire Geoazur.

Les activités de recherche en imagerie géophysique menées à Geoazur ont pour objectif le développement et l'application de méthodes d'imagerie sismique pour la caractérisation des propriétés physiques du sous-sol à différentes échelles d'exploration (proche surface, bassin sédimentaire, échelles crustale et lithosphérique, continentale, globale) à partir de données collectées par des réseaux sismologiques permanents (sismique passive) ou des campagnes académiques ou industrielles de prospection sismique (sismique active). La mise en œuvre des méthodes d'imagerie sismique nécessite la conception d'outils efficaces pour la modélisation numérique de la propagation des ondes sismiques en trois dimensions avec des méthodes volumétriques telles que les différences finies ou les éléments finis. Les méthodes d'imagerie sismique sont fondées sur la résolution d'un problème d'optimisation numérique de grande dimension visant à trouver l'extrémum d'une fonctionnelle mesurant une distance entre les données enregistrées sur le terrain et les données simulées par modélisation numérique. Le problème inverse est résolu par des approches locales d'optimisation où le gradient de la fonctionnelle est calculé efficacement avec la méthode de l'état adjoint. Trois difficultés à surmonter sont liées à : (1) l'hétérogénéité du sous-sol à l'échelle de la propagation des ondes sismiques nécessitant l'usage de méthodes volumétriques de modélisation des ondes sur des maillages non structurés adaptés. (2) la taille des problèmes à résoudre (plusieurs dizaines de millions de paramètres, gestion de gros volumes de données) nécessitant l'usage intensif du calcul parallèle haute performance sur des plateformes à mémoire distribuée. (3) le caractère mal posé et la non linéarité du problème d'optimisation nécessitant l'incorporation de contraintes dans la résolution du problème inverse et l'utilisation d'algorithmes performants d'optimisation.

Les applications de l'imagerie sismique abordées à Geoazur sont de nature industrielle et académique. Dans le premier cas, l'activité de recherche menée au sein du projet SEISCOPE (<http://seiscope.oca.eu>) est financée par un consortium pétrolier co-piloté par les laboratoires

ISTerre (Grenoble) et Geoazur. Concernant les applications académiques, les objets d'études sont les marges convergentes dans le cadre de l'activité de recherche menée par l'équipe Marges et la Terre Globale dans le cadre de l'activité de recherche menée au sein du projet GLOBAL-SEIS et par l'équipe "Dynamique orogénique : transferts & couplages".

L'ingénieur sera rattaché à l'équipe Imagerie & Ondes du Laboratoire Géoazur ainsi qu'au pôle "Modélisation numérique et Calcul Scientifique" animé par A. Miniussi à l'Observatoire de la Côte d'Azur. Le travail de développement et d'ingénierie sera effectué en étroite collaboration avec les membres du projet SEISCOPE (sept permanents), répartis dans les laboratoires GeoAzur et ISTerre. Les moyens de calcul accessibles sont le cluster Thera de Geoazur, le mésocentre SIGAMM (<http://crimson.oca.eu/>) hébergé par l'Observatoire de la Côte d'Azur et les moyens nationaux mis à disposition par l'IDRIS (<http://www.idris.fr>) et le CINES (<http://www.cines.fr>).

Missions

Développement, optimisation, vérification, maintenance et distribution de codes massivement parallèles.

1. Missions d'ingénierie & support aux développeurs

- Organisation des tâches de développement : les codes développés dans le cadre du projet SEISCOPE sont écrits par des membres du projet, lesquels sont répartis sur plusieurs sites. Le code est hébergé sur un serveur *SubVersion* couplé à une forge *Trac* proposant notamment un bug-tracker et un wiki. Intervenant en tant qu'ingénieur développement au sein du projet, le candidat veillera également à garantir la pérennité des codes développés. Notamment :
 - *Documentation* : Proposer, mettre en œuvre et assurer la formation et support associé à une infrastructure de documentation accessible via le web mais également distribuable dans un format standard tel que PDF. Celle-ci devra respecter l'existant (le wiki) et pourra s'appuyer sur des outils tel que Doxygen et DocBook.
 - *Portabilité* : Mettre en œuvre un système de build basé sur *CMake* permettant de construire l'ensemble des logiciels sur les plateformes ciblées.
 - *Validation* : Proposer et mettre en œuvre une infrastructure de test automatique permettant de vérifier un certain niveau de validité des codes ainsi que l'absence de régression. L'infrastructure pourra s'appuyer sur *CMake* et *CDash*.
 - *Performances* : Proposer et mettre en œuvre une infrastructure de profilage permettant de mesurer les performances des codes. Il s'agit de codes parallèles (multi-thread et distribués).

2. Missions de recherche

Le candidat aura la possibilité de participer activement aux travaux de recherche menés au sein du projet SEISCOPE. Les axes de développement regroupent la conception de schémas numériques au sens des différences finies ou des éléments finis, la conception de nouveaux schémas explicites et implicites d'intégration temporelle pour la résolution de problèmes d'évolution associés à la simulation des ondes en domaine temporel, la résolution numérique efficace de gros systèmes d'équations linéaires creux pour la résolution de problèmes stationnaires correspondant à la simulation des ondes en domaine fréquentiel (collaboration avec les développeurs des solveurs MUMPS et GMRES (<http://www.mumps.cea.fr>)).

[//graal.ens-lyon.fr/MUMPS/](http://graal.ens-lyon.fr/MUMPS/), <http://www.cerfacs.fr/algors/Softs/GMRES/index.html>), la conception d'algorithmes de quasi-Newton et de Newton pour des problèmes inverses de grande dimension où la matrice Hessienne ne peut pas être formée explicitement, la conception d'algorithmes de régularisation (variation totale, traitement d'images), la conception d'algorithmes de gradient stochastique et d'encodages aléatoire de sources.

3. Support utilisateur

Les codes développés ont pour vocation à être utilisés par des personnes extérieures au projet SEISCOPE. Dans ce contexte, l'IR développera un support aux utilisateurs en concevant des formations assistées par ordinateur, en concevant une interface utilisateur conviviale pour la distribution et en assurant la mise à jour des documentations.

Compétences requises

- Connaissance approfondie en analyse numérique : résolution d'équations aux dérivés partielles, méthodes numériques de l'algèbre linéaire (méthodes directes et itératives, méthodes de décomposition en domaines), optimisation numérique et problèmes inverses.
- Calcul parallèle haute performance : le candidat doit avoir de fortes compétences en informatique scientifique et en programmation parallèle (MPI, OpenMP, Multithreading).
- Connaissance générale des bibliothèques de calcul scientifique (ScalaPack, BLACS, BLAS, ...).
- Connaissance générale des architectures de calcul parallèle à mémoire distribuées et partagées (en environnements UNIX/LINUX)
- Langages de programmation : Fortran, MPI, C, Shell, Matlab
- Maîtrise de l'Anglais technique et scientifique
- Aptitude au travail collaboratif

Employment offer (fixed-term contract)
Research Engineer in High Performance Scientific Computing
for seismic imaging

Required degree : Master or PhD

Job location : Geoazur Institute & Observatory of Côte d'Azur - University of Nice Sophia-Antipolis, CNRS, IRD, Sophia-Antipolis.

Starting time : From May 2013

Contract time : one year renewable twice (total of three years).

Salary : €1941 per month (net salary)

Contact : Please send a motivation letter and a CV to Stéphane Operto (email : Stephane.Operto@geoazur.unice.fr) and Alain Miniussi (email : Alain.Miniussi@oca.eu).

Frame and environment

The Geoazur Institute (<https://geoazur.oca.eu>) attached to University of Nice Sophia-Antipolis, Observatory of Cote d'Azur, CNRS and IRD is recruiting under a fixed-term contract a research & development engineer in support of research activities carried out on seismic modeling and imaging at the Geoazur Institute.

Research activities carried out at Geoazur on seismic imaging aim to develop and apply non conventional seismic imaging methods for characterization of the physical properties of the subsurface at different exploration scales (near surface, sedimentary basin, crustal, lithospheric, continental, global scales) from data collected by permanent seismological networks (passive seismology) or by academic or industrial seismic exploration surveys (active seismic). Seismic imaging requires the development of efficient tools for numerical modeling of seismic wave propagation in three dimensions with volumetric methods such as finite differences or finite elements. The seismic imaging methods that we develop are recast as a large optimization problem, which seeks to find the extrema of a functional measuring a distance between the data collected on the field and the modeled data. The underlying inverse problem is solved by local optimization methods, where the gradient of the functional is efficiently computed by the adjoint-state method. Three bottlenecks need to be managed : (1) The subsurface heterogeneity at the seismic scale requires using computationally-intensive volumetric methods on suitable unstructured meshes. (2) The size of the optimization problem to be solved is large and can involve several tens of millions of parameters and several terabytes of data. This requires intensive use of high-performance computing on large-scale distributed-memory architectures. (3) The inverse problem is ill-posed and highly nonlinear, that requires solving inversion under constraints with up-to-date matrix-free optimization algorithms.

The applications of seismic imaging performed at Geoazur are of industrial and academic nature. In the former case, our research activity is funded by the SEISCOPE petroleum consortium, which is managed by ISterre institute (Grenoble) and Geoazur. For academic applications, our targets are convergent margins in the framework of the research activities carried out by the "Margins" research group and the global Earth in the framework of the research activities carried out by the GLOBALSEIS project and the research group "Dynamique orogéniques : transferts & couplages".

The research engineer will be attached to the research group "Imaging & waves" of Geoazur as well as to the engineering pole "Numerical modeling and scientific computing" lead by Alain Miniussi at Observatory of Cote d'Azur. The development and engineering tasks will be performed in straight collaboration with the staff of the SEISCOPE project (7 permanent research scientists) through the use of subversion tools such as SVN. Several clusters will be available for this project : the cluster THERA of Geoazur, the SIGAMM computer center (<http://crimson.oca.eu/>) hosted by Observatory of Côte d'Azur and the clusters of the national computing centers IDRIS (<http://www.idris.fr>) and CINES (<http://www.cines.fr>)

Job missions

Development, optimization, benchmarking, maintenance and distribution of massively-parallel computer programs.

1. Missions of engineering & developer support

- Organization of development tasks through versioning tools (SVN) and code generators (OxyGen,Boost) : The computer programs are currently developed and updated by different members of the SEISCOPE project. The research engineer will support the developers to guarantee a streamlined organization of the development work and the permanence of the computer programs. Versioning tools (SVN) and code generators will be extensively used to facilitate the development tasks
- Benchmarking computer codes : The research engineer will have to design and maintain a benchmarking protocol of the computer codes with tools as *cmake* and *ctest*.
- Profiling, performance analysis and optimization : The research engineer will have to design a debug and profiling protocol, which should allow for the optimization of the computer programs.

2. Missions of research and development

The research engineer will actively participate in the research activity carried out in the SEISCOPE project. The development tasks include : (1) design of new numerical finite-difference and finite-element stencils for solving elastodynamic partial differential equations. (2) design of explicit and implicit time-integration schemes for time-marching algorithms of seismic wave propagation. (3) Interfacing of up-to-date direct and iterative solvers for boundary-value problems associated with frequency-domain seismic wave modeling (collaborations with the developers of the MUMPS and GMRES teams). (3) design of new matrix-free optimization algorithms suitable for large-scale inverse problems. (4) design of new regularization and image processing techniques. (5) design of stochastic gradient algorithms, random encoding and source blending techniques to reduce the computational burden.

3. User support

The computer programs that are developed in the SEISCOPE project are intended and designed to be used by seismic imaging practitioners, who are outside the SEISCOPE project. In this framework, the research engineer will participate in the user support by designing online tutorials and user-friendly interfaces, by maintaining the user documentation and by packaging the software distribution.

Adequate skills

- Strong background in numerical analysis : numerical resolution of partial differential equations, numerical linear algebra (direct and iterative methods, domain decomposition methods), numerical optimization and inverse problems.
- Strong background in high-performance parallel computing with MPI, OpenMP, multi-threading.
- General knowledge of distributed and shared memory computational architectures (UNIX/LINUX environments).
- Programming languages : Fortran, C++, Shell, Matlab.
- Strong knowledge of Object Oriented Programming techniques, Design Patterns.
- Knowledge of technical and scientific English .
- Ability to work in a group.