



**Offre n°2025-08975**

## **Post-Doctorant F/H Simulation numérique et métabolique des communautés microbiennes pour le stockage géologique du CO<sub>2</sub>?**

**Type de contrat :** CDD

**Niveau de diplôme exigé :** Thèse ou équivalent

**Fonction :** Post-Doctorant

**Niveau d'expérience souhaité :** Jusqu'à 3 ans

### **A propos du centre ou de la direction fonctionnelle**

Le centre Inria de l'université de Bordeaux est un des neuf centres d'Inria en France et compte une vingtaine d'équipes de recherche. Le centre Inria est un acteur majeur et reconnu dans le domaine des sciences numériques. Il est au cœur d'un riche écosystème de R&D et d'innovation : PME fortement innovantes, grands groupes industriels, pôles de compétitivité, acteurs de la recherche et de l'enseignement supérieur, laboratoires d'excellence, institut de recherche technologique...

IFP Énergies nouvelles (IFPEN) est un acteur public majeur de la recherche, de l'innovation et de la formation dans les domaines de l'énergie, des transports et de l'environnement. Organisé en plusieurs centres, dont le principal est situé à Rueil-Malmaison, IFPEN s'appuie sur une recherche d'excellence pour répondre aux grands défis de la transition énergétique. Il évolue au sein d'un écosystème riche mêlant partenaires industriels, start-ups, établissements académiques, pôles de compétitivité et institutions publiques, et joue un rôle clé dans le développement de solutions durables pour l'industrie et la société.

### **Contexte et atouts du poste**

**Dans le cadre d'un partenariat public** entre Inria et IFP Énergies nouvelles (IFPEN), nous développons des modèles numériques et métaboliques pour étudier l'influence des micro-organismes naturellement présents dans les formations

géologiques profondes utilisées pour le **stockage du CO<sub>2</sub>**. L'objectif est de mieux comprendre les interactions entre les communautés microbiennes, le milieu géologique et le dioxyde de carbone injecté en profondeur. Ces interactions peuvent engendrer des processus biologiques susceptibles d'influencer, positivement ou négativement, la stabilité, l'efficacité et la sûreté du stockage du carbone.

Ces interactions peuvent inclure, par exemple, des processus de bioaltération des minéraux, la production de gaz métaboliques (tels que le méthane ou le sulfure d'hydrogène), ou encore la précipitation de carbonates induite biologiquement (biocarbonatation), qui contribue à la pérennité du stockage en immobilisant le CO<sub>2</sub> sous forme **minérale** et en **limitant les risques de fuite**. D'autres effets, comme la formation de biofilms, peuvent avoir des impacts contrastés : en zone réservoir, ils peuvent réduire l'injectivité ou favoriser la corrosion des puits en cas de développement de bactéries sulfato-réductrices ; en revanche, dans les formations de couverture, les biofilms pourraient réduire la perméabilité et ainsi renforcer l'efficacité de la barrière géologique. Comprendre et modéliser ces mécanismes est donc essentiel pour anticiper leur impact à long terme sur la performance des sites de stockage et orienter les stratégies de gestion du risque.

Pour simuler ces phénomènes complexes, nous proposons de **coupler des outils de modélisation** développés par Inria et IFPEN dans un cadre commun. Inria apporte son expertise en **modélisation du métabolisme microbien à l'échelle des communautés**, avec des codes capables de simuler les échanges métaboliques au sein de réseaux microbiens complexes. Cette approche permet d'anticiper les fonctions biologiques activées dans un environnement donné, comme les conditions propices à la formation de biofilms. Pour sa part, IFPEN met à disposition des **modèles dynamiques non linéaires décrivant les réactions biogéochimiques** afin de prédire leurs effets sur le milieu géologique et les transformations associées. L'intégration de ces approches complémentaires vise à construire un workflow de simulation robuste pour évaluer l'influence des processus microbiens sur la performance des sites de stockage du CO<sub>2</sub>.

Le lieu de travail principal sera le centre Inria de l'Université de Bordeaux, and les locaux de l'équipe-projet Pleiade <https://team.inria.fr/pleiade/>.

Des déplacements ponctuels entre Bordeaux, Toulouse et Reuil-Malmaison pourraient être nécessaires et les frais de ces déplacements seront pris en charge.

## Mission confiée

Missions : Sous la direction de David Sherman (Inria) et Arnaud Pujol (IFPEN), la personne recrutée travaillera au couplage de deux outils de simulation existants : d'une part, un modèle logique développé par Inria pour prédire les interactions métaboliques au sein de communautés microbiennes, et d'autre part, un modèle dynamique non linéaire développé par IFPEN pour simuler l'évolution biologique et géochimique du milieu. À partir de collections de taxons identifiés par analyse bibliographique ou échantillonnage, et des contraintes nutritionnelles déduites des caractéristiques géologiques du site, le modèle d'Inria permettra de cartographier les fonctions biochimiques activables et les interactions potentielles entre espèces, notamment celles susceptibles de conduire à la formation de biofilms. Ces résultats

serviront de point d'entrée pour la simulation numérique du comportement couplé (biologie/géochimie), ainsi que pour une analyse de sensibilité. Enfin, ce workflow permettra d'identifier des configurations microbiennes minimales, optimisées pour un objectif donné (renforcement de la barrière géologique par des biofilms, biocarbonatation, ...), grâce à des outils de raisonnement logique développés à Inria.

Pour une meilleure connaissance du sujet de recherche proposé :

1. *Metage2Metabo, microbiota-scale metabolic complementarity for the identification of key species*. Belcour A, Frioux C, Aite M, Bretaudeau A, Hildebrand F, Siegel A. **eLife**, 2020, 9, ?[10.7554/eLife.61968](https://doi.org/10.7554/eLife.61968)?
2. *Community-scale models of microbiomes: articulating metabolic modelling and metagenome sequencing*. Cerk K, Ugalde-Salas P, Ghassemi Nedjad C, Lecomte M, Muller C, Sherman DJ, Hildebrand F, Labarthe S, Frioux C. **Microbial Biotechnology**, 2024, ?[10.1111/1751-7915.14396](https://doi.org/10.1111/1751-7915.14396)?
3. *Inferring and comparing metabolism across heterogeneous sets of annotated genomes using AuCoMe*. Belcour A, Got J, Aite M, Delage L, Collén J, Frioux C, Leblanc C, Dittami SM, Blanquart S, Markov GV, Siegel A. **Genome Research**, 2023, 33, pp.972 – 987. ?[10.1101/gr.277056.122](https://doi.org/10.1101/gr.277056.122)?
4. *Modeling acclimatization by hybrid systems: Condition changes alter biological system behavior models*. Assar A, Montecino MA, Maass A, Sherman DJ. **BioSystems**, 2014, 121, pp.43-53. ?  
[10.1016/j.biosystems.2014.05.007](https://doi.org/10.1016/j.biosystems.2014.05.007)?
5. *Interplay between microorganisms and geochemistry in geological carbon storage*. Kirk MF, Altman SJ, Santillan EFU, Bennett PC. **Int. J. Greenhouse Gas Control**, 2016, 47, pp. 386-395. ?  
[10.1016/j.ijggc.2016.01.041](https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2016.01.041)?
6. *Underground gas storage as a promising natural methane bioreactor and reservoir?* Molíková A, Vítzová M, Vítz T, Buriánková I, Huber H, Dengler L, Hanišáková N, Onderka V, Urbanová I. **Energy Storage**, 2017, 47.?[10.1016/j.est.2021.103631](https://doi.org/10.1016/j.est.2021.103631)?
7. *Life on the Rocks*. Gorbushina AA. **Microbiology**, 2007, 9, pp. 1613-31. ?  
[10.1111/j.1462-2920.2007.01301.x](https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2007.01301.x)?
8. *Enigmatic, ultrasmall, uncultivated Archaea*. Baker BJ, Comolli LR, Dick GJ, Hauser LJ, Hyatt D, Dill BD, Land ML, Verberkmoes NC, Hettich RL, Banfield JF. **Proc Natl Acad Sci U S A**. 2010 May 11;107(19):8806-11. ?  
[10.1073/pnas.0914470107](https://doi.org/10.1073/pnas.0914470107)?
9. *Bacterial Calcium Carbonate Precipitation in Cave Environments: A Function of Calcium Homeostasis*. Banks ED, Taylor NM, Gulley J, Lubbers BR, Giarrizzo JG, Bullen HA, Hoehler TM, Barton HA. **Geomicrobiology Journal**, 27(5), 444–454. ?[10.1080/01490450903485136](https://doi.org/10.1080/01490450903485136) ?

Collaboration : La personne recrutée sera en lien avec des experts de l'IFPEN en modélisation phénoménologique en milieu géologique, et avec des équipes-projet Inria en modélisation de système biologiques.

## Principales activités

## Principales activités

- **Réaliser des simulations numériques**, analyser les résultats et identifier les mécanismes microbiens d'intérêt (formation de biofilms, biocarbonatation...).
- **Développer et coupler des outils de simulation** pour modéliser le comportement de communautés microbiennes dans le contexte du stockage géologique du CO<sub>2</sub>.
- **Contribuer à la valorisation scientifique du projet** à travers la rédaction de publications, de rapports et la participation à des conférences.

## Activités complémentaires :

- **Présenter** régulièrement l'avancement des travaux aux partenaires
- **Échanger** avec les collaborateurs et collaboratrices scientifiques du projet
- **Analyser la littérature scientifique** en lien avec le sujet

## Compétences

### Compétences techniques :

- Expérience en développement logiciel et volonté d'adopter des bonnes pratiques en génie logiciel
- Expérience en modélisation mathématique et volonté d'améliorer des modèles de systèmes biologiques et chimiques
- Éventuellement, connaissances de l'exécution sur des plateformes de calcul haute-performance ou Kubernetes

### Langues :

- Capacité de parler en écrire de l'anglais scientifique

### Compétences relationnelles :

- Capacité de communiquer avec des collègues issus des sciences biologiques, chimiques et informatiques
- Volonté d'écouter et d'apprendre de ces collègues

## Avantages

- Restauration subventionnée
- Transports publics remboursés partiellement
- Congés: 7 semaines de congés annuels + 10 jours de RTT (base temps plein) + possibilité d'autorisations d'absence exceptionnelle (ex : enfants malades, déménagement)
- Possibilité de télétravail et aménagement du temps de travail
- Équipements professionnels à disposition (visioconférence, prêts de matériels informatiques, etc.)
- Prestations sociales, culturelles et sportives (Association de gestion des œuvres sociales d'Inria)
- Accès à la formation professionnelle

- Sécurité sociale

## Rémunération

Le salaire sera de 2788€ brut par mois

## Informations générales

- **Thème/Domaine** : Biologie numérique  
Calcul Scientifique (BAP E)
- **Ville** : Talence
- **Centre Inria** : [Centre Inria de l'université de Bordeaux](#)
- **Date de prise de fonction souhaitée** : 2025-10-01
- **Durée de contrat** : 2 ans
- **Date limite pour postuler** : 2025-07-04

## Contacts

- **Équipe Inria** : [PLEIADE](#)
- **Recruteur** :  
Sherman David / [David.Sherman@inria.fr](mailto:David.Sherman@inria.fr)

## A propos d'Inria

Inria est l'institut national de recherche dédié aux sciences et technologies du numérique. Il emploie 2600 personnes. Ses 215 équipes-projets agiles, en général communes avec des partenaires académiques, impliquent plus de 3900 scientifiques pour relever les défis du numérique, souvent à l'interface d'autres disciplines. L'institut fait appel à de nombreux talents dans plus d'une quarantaine de métiers différents. 900 personnels d'appui à la recherche et à l'innovation contribuent à faire émerger et grandir des projets scientifiques ou entrepreneuriaux qui impactent le monde. Inria travaille avec de nombreuses entreprises et a accompagné la création de plus de 200 start-up. L'institut s'efforce ainsi de répondre aux enjeux de la transformation numérique de la science, de la société et de l'économie.

## L'essentiel pour réussir

Nous cherchons d'excellent·e·s candidat·e·s avec des compétences établies en modélisation, numérique ou par raisonnement, et leur implémentation en suivant des bonnes pratiques de programmation. Un goût pour l'interdisciplinarité sera nécessaire.

Une expérience dans l'application de ces méthodes à des systèmes biologiques, en général, ou à des consortia microbiens, en particulier, serait appréciée.

Un objectif central de ce travail est la décarbonation et plus globalement les équipes Inria et IFPEN sont très investies dans l'adaptation à et la mitigation du changement climatique. Nous recherchons activement des candidat·e·s qui sont

motivé par ces défis.

**Attention:** Les candidatures doivent être déposées en ligne sur le site Inria. Le traitement des candidatures adressées par d'autres canaux n'est pas garanti.

## Consignes pour postuler

Si vous êtes intéressés par cette offre, merci de candidater via le site jobs.inria avec les documents suivants :

- CV
- lettre de motivation

### **Sécurité défense :**

Ce poste est susceptible d'être affecté dans une zone à régime restrictif (ZRR), telle que définie dans le décret n°2011-1425 relatif à la protection du potentiel scientifique et technique de la nation (PPST). L'autorisation d'accès à une zone est délivrée par le chef d'établissement, après avis ministériel favorable, tel que défini dans l'arrêté du 03 juillet 2012, relatif à la PPST. Un avis ministériel défavorable pour un poste affecté dans une ZRR aurait pour conséquence l'annulation du recrutement.

### **Politique de recrutement :**

Dans le cadre de sa politique diversité, tous les postes Inria sont accessibles aux personnes en situation de handicap.