



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



École des Ponts
ParisTech

**Chaire de Professeur Junior
« Géosolutions pour relever le défi climatique »**

(English version below)

Établissement porteur : École des Ponts ParisTech, <https://www.ecoledesponts.fr>

Nom du chef d'établissement : Mme Sophie MOUGARD

Région académique : Ile-de-France

Laboratoire d'accueil : Laboratoire Navier, UMR 8205, <https://navier-lab.fr>

Localisation : 6-8 avenue Blaise Pascal, Champs-sur-Marne, Ile-de-France

Nom du directeur du laboratoire : Jean SULEM

Établissements/organismes partenaires : CNRS et Université Gustave Eiffel (co-tutelles du Laboratoire Navier)

Nom du projet : Géosolutions pour relever le défi climatique

Mots-clés : stockage d'énergie, séquestration du CO₂, géomatériaux, couplages multiphysiques, transport réactif

Durée visée : 6 ans.

Le recrutement est proposé en contrat de chaire de professeur junior pour une durée de 6 ans, ayant vocation à titularisation dans le corps des Directeurs de Recherche du Développement Durable.

Thématique scientifique : Géomécanique, Géotechnique

Sections CNU/CoNRS/CSS correspondantes : CNU 60 / CoNRS 9

Profil recherché : jeune chercheur expérimenté.

Voir aussi : <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid156968/www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid156968/des-carrieres-plus-attractives-les-chaieres-de-professeur-junior.html>

Environnement financier : Le budget environné associé à cette chaire est de 640 000 € pour la durée du projet (incluant le salaire de la ou du titulaire ainsi qu'un package ANR de 200 000 €).



Dépôt des candidatures

- Contacter le directeur du laboratoire (jean.sulem@enpc.fr) pour échanger sur les possibilités d'accueil ;
- Consulter les modalités de candidature au lien suivant : <https://www.ecoledesponts.fr/navier-cpj-fr>

Stratégie d'établissement :

La transition énergétique et écologique est au cœur de la stratégie de l'École des Ponts. Réussir cette transition constitue l'ambition première de sa recherche, dont les activités servent à la fois l'avancée des connaissances et le soutien au développement économique. Ces défis énergétiques et climatiques sont également au centre de l'enseignement, tant dans le cycle ingénieur, qui vise à former de futurs experts et managers non seulement conscients des problématiques du développement durable mais également acteurs de cette nécessaire transition, que dans les formations de Master.

Le projet vise à créer une chaire développant enseignement et recherches autour des solutions géologiques pour la transition énergétique et les enjeux climatiques : stockage et récupération d'énergie, séquestration du dioxyde de carbone. Les défis scientifiques portent sur la compréhension et la modélisation des processus multi-physiques mis en jeu sur différentes échelles de temps et d'espace. La chaire vise ainsi à renforcer et élargir les recherches du Laboratoire Navier en géomécanique sur la caractérisation expérimentale du comportement des géomatériaux soumis à des sollicitations complexes et le développement de modèles numériques multi-échelles et multi-physiques appropriés.

Stratégie du laboratoire d'accueil :

Le Laboratoire Navier est une unité mixte de recherche de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (ENPC), de l'Université Gustave Eiffel et du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), située sur le campus de la cité Descartes de Marne-la-Vallée. Les personnels du laboratoire (près de 170 personnes) mènent des recherches sur la mécanique et la physique des matériaux, des structures et des géomatériaux, et sur leurs applications à la géotechnique, au génie civil, aux transports, à la géophysique et à l'énergie. Les enjeux sociétaux concernent la construction durable, les risques naturels, l'environnement et l'énergie. Dans le développement des lois mécaniques et physiques relatives à ces thèmes, les études entreprises sont à la fois expérimentales et théoriques. Elles s'appuient sur des équipements et des prototypes expérimentaux variés permettant l'étude de la réponse des matériaux sous des sollicitations complexes et extrêmes.

La chaire viendra renforcer une thématique phare du laboratoire, sur le comportement des géomatériaux. S'appuyant sur une expertise internationalement reconnue, le recrutement



ouvrira des perspectives de recherche avec de nouvelles applications directement liées à la transition énergétique, telles que le stockage géologique d'énergie.

Résumé du projet scientifique :

Le stockage géologique s'inscrit dans le panel de solutions à explorer pour accélérer la transition énergétique et répondre aux défis climatiques. La disponibilité de volumes de stockage considérables ainsi que la stabilité des géomatériaux sont des atouts pour une mise en œuvre de solutions crédibles, à des échelles de volumes et de temps pertinentes. Ces stockages géologiques concernent des applications variées telles le stockage temporaire du dihydrogène, utilisé comme vecteur énergétique pour des sources d'énergie intermittentes comme l'éolien ou le solaire, la séquestration du CO₂ afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre, le stockage des déchets radioactifs (central pour le mix énergétique décarbonné français).

Des verrous scientifiques demeurent, notamment pour la pérennité des milieux géologiques en contact avec des fluides réactifs, ainsi que la maîtrise des risques tels que les pertes d'étanchéité du réservoir et la sismicité induite par réactivation de failles pré-existantes. Pour y répondre, des outils expérimentaux avancés pour la caractérisation du comportement des géomatériaux soumis à des sollicitations complexes et des modèles numériques multi-échelles et multi-physiques appropriés seront développés.

Résumé du projet d'enseignement :

La problématique du développement durable s'inscrit pleinement dans l'offre de formation en cycle ingénieur et en Master à l'École des Ponts. Au cœur du projet stratégique de l'établissement, la prise en compte du défi de la transition énergétique répond également à une attente forte et croissante de la part des étudiants.

Il est attendu du porteur de la chaire qu'il développe des modules ou parties de modules relevant du champ de la mécanique des géomatériaux, avec des applications orientées vers le stockage et la récupération d'énergie. Ces enseignements mêleront des composantes expérimentale, théorique et numérique et feront appel à des compétences multidisciplinaires : mécanique, physique, chimie, transport de masse et de chaleur en milieu poreux, caractérisation expérimentale multiéchelle... Ces enseignements s'inscriront dans l'initiative portée par l'école d'augmenter le taux d'ingénieurs poursuivant en doctorat, notamment via une implication dans le parcours recherche du cycle ingénieur. Par ailleurs, il est attendu que la chaire promeuve des synergies avec des Départements d'Enseignements et des Masters dédiés à des problématiques économiques ou de développement urbain comme le Master Transition énergétique et Territoires.



Diffusion scientifique :

Les résultats obtenus dans le cadre de la chaire feront l'objet de publications dans des revues internationales spécialisées (en géomécanique ou mécanique des roches, par exemple) ou plus générales (sciences de la terre, géophysique...) ainsi que de communications dans les conférences internationales majeures du domaine (notamment, EGU, AGU...).

Science ouverte :

Le projet s'inscrit dans une démarche de science ouverte. Les publications qui en seront issues seront accessibles en accès libre conformément à la réglementation nationale. Un plan de gestion des données sera défini au début du projet et mis à jour aussi souvent que nécessaire. Les données générées (y compris les codes source) seront déposées dans des dépôts appropriés, selon les principes de partage FAIR, et sous les licences permises par la loi pour une république numérique.

Science et société :

Une communication auprès du grand public sera définie et mise en œuvre. Elle passera notamment par une présence sur les réseaux sociaux, la diffusion de vidéo de vulgarisation et la mise en ligne de séminaires scientifiques.

Indicateurs :

L'avancement du projet sera suivi via le nombre de publications, la participation à des conférences, la participation à l'enseignement, l'encadrement et le suivi de doctorants et post-doctorants. Le référent scientifique du projet sera chargé d'assurer ce suivi annuellement.



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



École des Ponts
ParisTech

**Chair of Junior Professor
“Geosolutions to meet the climate challenge”**

Support institution: École des Ponts ParisTech, <https://www.ecoledesponts.fr>

Head of institution: Mme Sophie MOUGARD

Academic Region: Ile-de-France

Host Laboratory: Laboratoire Navier, UMR 8205, <https://navier-lab.fr>

Localization: 6-8 avenue Blaise Pascal, Champs-sur-Marne, Ile-de-France

Head of laboratory: Jean SULEM

Partner institution/organization: CNRS and Université Gustave Eiffel (co-funders of Laboratoire Navier)

Name of the project: Geosolutions to meet the climate challenge

Keywords: energy storage, CO2 sequestration, geomaterials, multiphysics couplings, reactive transport

Tenure Track period:

The Tenure Track period will last 6 years, aiming to be followed by tenure as Research Director of the Sustainable Development after evaluation.

Scientific topic: Geomechanics, Geotechnics

Corresponding sections of CNU/CoNRS/CSS: CNU 60 / CoNRS 9

Profile required: young experienced researcher.

See also: <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid156968/www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid156968/des-carrieres-plus-attractives-les-chaieres-de-professeur-junior.html>

Budget outline: The budget associated with this Chair is €640,000 for the duration of the project (including the salary of the Chairholder and an ANR package of €200,000).

**Submitting applications:**

- Contact the director of the laboratory (jean.sulem@enpc.fr) to discuss the possibilities of hosting;
- Consult the application procedures at the following link:
<https://www.ecoledesponts.fr/en/navier-cpi>

Institutional strategy:

The energy and ecological transition is at the heart of École des Ponts' strategy. Achieving this transition is the primary ambition of its research, whose activities serve both to advance knowledge and to support economic development. These energy and climate challenges are also at the heart of teaching, both in the engineering cycle, which aims to train future experts and managers who are not only aware of the problems of sustainable development but also actors in this necessary transition, and in the Master's programs.

The project aims to create a chair to develop teaching and research on geological solutions for the energy transition and climate issues: energy storage and recovery, carbon dioxide sequestration. The scientific challenges concern the understanding and modelling of the multi-physical processes involved on different time and space scales. The Chair thus aims to strengthen and expand the Navier Laboratory's research in geomechanics on the experimental characterization of the behavior of geomaterials subjected to complex loads and the development of appropriate multi-scale and multi-physics numerical models.

Strategy of the host laboratory:

The Navier Laboratory is a joint research unit of Ecole des Ponts ParisTech, Université Gustave Eiffel and CNRS, located on the Cité Descartes campus in Marne-la-Vallée. The laboratory's staff (nearly 170 people) carry out research on the mechanics and physics of materials, structures and geomaterials, and on their applications to geotechnics, civil engineering, transport, geophysics and energy. Investigated societal challenges include sustainable construction, natural hazards, environment and energy. In developing the mechanical and physical laws relating to these topics, the studies undertaken are both experimental and theoretical. They are based on equipment and various experimental prototypes that allow the study of the response of materials under complex and extreme stresses.

The chair will reinforce one of the laboratory's key topics, on the behavior of geomaterials. Based on internationally recognized expertise, the recruitment will open up research prospects with new applications directly linked to the energy transition, such as geological energy storage.



Summary of the scientific project:

Geological storage is one of the solutions to be explored in order to accelerate the energy transition and meet the climate challenges. The availability of considerable storage volumes and the stability of geomaterials are assets for the implementation of credible solutions, at relevant volume and time scales. These geological storages concern various applications such as the temporary storage of dihydrogen, used as an energy carrier for intermittent energy sources such as wind and solar ones, the sequestration of CO₂ in order to reduce greenhouse gas emissions, and the storage of radioactive waste (central to the French decarbonised energy mix).

Scientific obstacles remain, particularly with regard to the durability of geological environments in contact with reactive fluids, as well as the control of risks such as the loss of reservoir tightness and the seismicity induced by the reactivation of pre-existing faults. To address these issues, advanced experimental tools for characterizing the behavior of geomaterials subjected to complex stresses and appropriate multi-scale and multi-physics numerical models will be developed.

Summary of the teaching project:

The issue of sustainable development is an integral part of the engineering cycle and Master's program at École des Ponts. At the heart of the institution's strategic project, taking into account the challenge of the energy transition also meets a strong and growing expectation from the students.

The Chair holder is expected to develop courses or parts of courses in the field of geomaterials mechanics, with applications oriented towards energy storage and recovery. These courses will combine experimental, theoretical and numerical components and will call upon multidisciplinary skills: mechanics, physics, chemistry, mass and heat transport in porous media, multi-scale experimental characterization, etc. These courses will be part of the initiative taken by the school to increase the rate of engineers pursuing their studies to the doctorate level, in particular through involvement in the research track of the engineering cycle. In addition, it is expected that the Chair will promote synergies with teaching departments and Masters dedicated to economic or urban development issues, such as the Master's degree in Energy Transition and Territories.

**Scientific diffusion:**

The results obtained within the framework of the Chair will be published in specialized international journals (in geomechanics or rock mechanics, for example) or more general journals (earth sciences, geophysics, etc.) as well as in major international conferences in the field (in particular, EGU, AGU, etc.).

Open Science:

The project is part of an open science approach. The resulting publications will be open access in accordance with national regulations. A data management plan will be defined at the beginning of the project and updated as often as necessary. The generated data (including source codes) will be deposited in appropriate repositories, according to the FAIR sharing principles, and under the licenses allowed by the law for a digital republic.

Science and society:

Communication with the general public will be defined and implemented. This will include a presence on social networks, the broadcasting of science popularization videos and the posting of scientific seminars online.

Indicators:

The progress of the project will be monitored through the number of publications, participation in conferences, participation in teaching, supervision and monitoring of doctoral and post-doctoral students. The scientific referent of the project will be responsible for ensuring this follow-up on an annual basis.