

Position Postdoctorale « *Electrification : impact sur les matériaux* »

Durée : 1 an ; **Début** : avant fin 2024 ; **Rémunération** : env. 35k€/an brut (soit 27 k€/an net avant impôts) ; **Employeur** : Centre de Géosciences, Mines Paris – PSL ; **Lieu de travail** : Fontainebleau, télétravail possible
Prérequis : Ingénieur, Doctorat dans le domaine des ressources minérales (géologie ou exploitation, ou encore économie des marchés de ressources). Programmation en Python ou Matlab. Une expérience sur le sujet du lien entre transition et marché des ressources minérales serait valorisée.

Candidatures : Adressez CV et lettre de motivation à damien.goetz@minesparis.psl.eu. Les candidatures seront analysées au fil de l'eau. Le post-doctorat ne pourra commencer qu'une fois que le post-doctorat prévu en parallèle au centre PERSEE aura pu commencer (cf description du contexte).

Informations : contactez damien.goetz@minesparis.psl.eu avec le code [MatElec2023] en sujet

L'employeur : Mines Paris – PSL est l'une des toutes premières écoles d'ingénieurs généralistes en France. Elle conduit par ailleurs une intense activité de recherche, en lien étroit avec le monde économique, dans laquelle les sujets relatifs à l'énergie jouent un rôle central. Elle est l'acteur majeur de l'Institut Carnot MINES, qui finance ce projet de recherche. Elle est membre de l'Université PSL, qui est régulièrement classée dans les 50 meilleures universités mondiales.

Contexte

L'électrification des usages va conduire à une augmentation de la quantité d'énergie électrique à transporter dans les réseaux, et bien sûr une augmentation des pointes de consommation. Par ailleurs, l'augmentation de la part des énergies renouvelables dans le réseau va elle aussi nécessiter le développement du réseau de transport et de distribution d'électricité.

Le projet de recherche MatElec, mené conjointement par les centres PERSEE et Géosciences de Mines Paris, vise à 1) évaluer les expansions de réseau à envisager, 2) identifier les potentielles évolutions de technologies pour le transport de l'électricité, 3) estimer les besoins en capacité de stockage associées, 4) et à identifier les enjeux relatifs aux métaux impliqués dans ces technologies. Qu'il s'agisse a) des principaux métaux conducteurs (cuivre et aluminium), b) des terres rares utilisées dans les électroaimants, c) des métaux utilisés dans les systèmes de stockage électrochimiques, ou d) de tout autre métal impliqué dans un composant des réseaux électriques.

Le projet s'appuiera essentiellement sur 2 post-doctorants, intégrés dans les équipes d'experts de l'industrie électrique et minière de PERSEE et Géosciences. Cette fiche de poste concerne la position de post-doctorant au centre de Géosciences, qui traitera essentiellement le point 4 évoqué ci-dessus, en s'appuyant sur les résultats des travaux du post-doctorant qui sera intégré dans l'équipe PERSEE.

Objectifs scientifiques

Les objectifs du projet peuvent être synthétisés de la manière suivante :

- Analyser les marchés mondiaux des métaux identifiés pour les réseaux électriques (évolution demande et production, concentration géographique et par acteurs économiques à la fois de la production primaire et des principales étapes de leur

transformation) et estimer la part que représente la demande actuelle et future associée au développement des réseaux électriques.

- Analyser les spécificités des marchés des différents métaux et évaluer la faisabilité de la croissance de demande attendue.
- Identifier les verrous pour le développement des réseaux électriques et les éléments de réseaux pour lesquels des alternatives seront nécessaires.

Approche – Méthodes

Les travaux s'organiseront en trois étapes majeures.

- 1) La première étape sera une phase d'acquisition des connaissances. Il s'agira pour le PostDoc de se familiariser avec les marchés des métaux (géologie, techniques de production, aspects géopolitiques, marchés, ...). Il s'agira aussi d'évaluer la dynamique des marchés hors demande des réseaux électriques.
- 2) La deuxième étape visera à développer une approche permettant d'estimer la capacité de croissance de la production des différents métaux, en fonction de leurs caractéristiques. Elle prendra en compte les spécificités du marché du métal, ainsi que des caractéristiques propres à l'industrie de ces métaux.
- 3) La troisième phase consistera à confronter les dynamiques de production et de demande, et d'évaluer la criticité des métaux pour le développement du réseau électrique.

Résultats attendus

A la fin de la recherche il est attendu une série d'études sur :

- Le besoin en matériaux de l'expansion du réseau en fonction des scénarios.
- Le besoin en matériaux de l'expansion du réseau en considérant l'émergence de technologies innovantes.
- Une analyse critique des besoins envisagés en rapport aux disponibilités et aux dynamiques des marchés des matériaux.

PostDoc position « *Electrification : impact on mineral resources* »

Contract length: 1 an; **Start:** before end 2024; **Salary:** about 35k€/year gross salary (i.e. 27 k€/year net salary before income tax); **Employer:** Centre de Géosciences, Mines Paris – PSL; **Location:** Fontainebleau, possible remote working

Candidate: Engineer, PhD in mineral resources (geology or mining and processing, economic geology). Programming in Python or Matlab. An experience in the field of the relation between energetic transition and mineral resources is considered a plus.

Candidatures: Send CV and motivation letter to damien.goetz@minesparis.psl.eu. Applications will be analyzed on an ongoing basis. The post-doc will start after the post-doc that is foreseen in parallel in PERSEE research team will have started (see Context and challenges here under).

Information: please contact damien.goetz@minesparis.psl.eu stating the code [MatElec2023] in the subject

Employer: Mines Paris – PSL, an established, prestigious French engineering school, characterized by its proximity to industry. The institution, member of PSL University which ranks among the top 50 universities in the world, is number one in France by volume of contractual research.

Context and challenges

In the context of reducing greenhouse gas emissions, the electrification of uses represents a fundamental lever. In addition, the development of the circular economy, associated with an objective of reindustrializing France, will also be a source of an increase in carbon-free energy needs. One of the consequences will be an increase in the importance and size of the electricity transmission and distribution network. With the increase in the quantity of electrical energy to be transported, there will be added both higher consumption peaks and the need to accommodate a greater share of renewables, so production will be more uncertain.

This project, conducted in parallel by ERSEI and Geosciences research departments of Mines Paris PSL, aims to (i) assess the network expansions to be considered, (ii) identify the potential evolutions of technologies for the transmission of electricity, (iii) estimate the associated storage capacity needs, and (iv) identify the issues relating to the metals involved in these technologies. Metals considered will be the main conductive metals (copper and aluminium), rare earths used in electromagnets, metals used in electrochemical storage systems, or any other metal involved in a component of electrical networks.

Financed by the Carnot MINES Institute, the MatElec project will involve two PostDocs, who will be immersed in the teams composed by experts in the electric and mining industry of ERSEI and Geosciences research departments. This PostDoc position description concerns the PostDoc at Geosciences research department, who will focus on point (iv), based on the results of the PostDoc who will work at ERSEI department.

Scientific objectives

The project objectives can be summarized as follows:

- Analyse world markets of metals involved in the energy transmission network (demand and

production evolution, geographical and company concentration for primary production and transformation steps) and estimate the share of today's and future demand for electricity transmission networks.

- Analyse the market specificities for the different metals and evaluate the feasibility of the expected demand growth.
- Identify the mineral resources problems that may occur for the electricity transmission network, and the parts of the network for which alternative technologies will be necessary.

Methodology

The work will be organized in three major stages.

- 1) The first step will be a knowledge acquisition phase: become familiar with metals markets (geology, mining and processing, related geopolitics, markets, ...) and evaluate their market growth on uses other than electricity transmission networks.
- 2) The second step will aim to develop an approach that allows to estimate the production growth capacity for the considered metals, considering their characteristics and the specificities of their markets.
- 3) The third phase will involve comparison of production and demand scenarios, in order to evaluate the criticality of the studied metals for the development of the electricity distribution networks.

Expected results

At the end of the research, it is expected a series of studies on:

- Material requirements for network expansion under different scenarios.
- Material requirements for network expansion considering innovative technologies in the networks.
- A critical analysis of the envisaged needs in relation to the availability and dynamics of the materials markets.