



Offer #2024-07968

## Post-Doctorant F/H Théorie des jeux pour le contrôle distribué des flexibilités et les marchés de l'énergie décentralisés

*The offer description below is in French*

**Contract type :** Fixed-term contract

**Level of qualifications required :** PhD or equivalent

**Fonction :** Post-Doctoral Research Visit

### Context

**Dans le cadre d'un partenariat**

- participation au défi Inria - EDF
- participation au projet AI-NRGY du PEPR TASE, France 2030
- collaboration entre 2 équipes Inria, ARGO (Paris) et INOCS (Lille), et EDF

**Des déplacements réguliers sont prévus pour ce poste ?**

Déplacements réguliers entre Paris et Lille sont à prévoir. Les frais de déplacements seront pris en charge dans la limite du barème en vigueur".

### Assignment

**Contexte :** nous cherchons à recruter un post-doctorant spécialisé en théorie des jeux stochastiques, pour une durée de 2 ans. Le candidat sera localisé au Centre Inria de Paris, dans l'équipe ARGO. Il sera co-encadré par Ana Basic (Inria Paris, ARGO) et Hélène Le Cadre (Inria Lille INOCS). Le post-doc participera au défi Inria-EDF "Gérer les Systèmes Electriques de Demain". Des interactions régulières sont attendues avec l'équipe Marchés et Risques d'EDF R&D. Le post-doctorant sera également impliqué sur le projet AI-NRGY du PEPR TASE, France 20230.

**Projet Scientifique :** La pénétration croissante des sources d'énergie renouvelables dans le réseau électrique, encouragée par les objectifs ambitieux de décarbonation fixés par les pays du monde entier, ainsi que la décentralisation des sources d'approvisionnement, nécessitent une restructuration urgente des marchés de l'électricité pour mieux gérer l'incertitude inhérente au grand nombre de sources de flexibilité et à l'intégration des énergies renouvelables. Contrairement au nucléaire ou à l'hydraulique, les énergies renouvelables comportent une incertitude intrinsèque quant à leur production et ne sont pas contrôlables. Cela nécessite à terme de nouveaux paradigmes d'équilibrage de l'offre et de la demande. La flexibilité est un atout multitemporel du système électrique qui peut être utilisé à différentes échelles de temps, depuis la planification du réseau à long terme jusqu'aux opérations d'équilibrage à court terme. Cela reflète la capacité du système électrique à s'adapter à la variabilité et à l'incertitude de la demande et de la production, qui se produisent à différentes échelles de temps. Dans cet environnement changeant, nous nous concentrerons sur les deux objectifs suivants :

**Contrôle distribué de la demande.** Fournir de nouvelles ressources de flexibilité est crucial pour intégrer les énergies renouvelables dans le réseau électrique. Nous avons proposé une approche de contrôle distribué pour la demande flexible d'énergie (par exemple, les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation dans les bâtiments). L'approche proposée combine les techniques de la théorie des processus de Markov contrôlés, de la théorie du champ moyen et du contrôle automatique. L'objectif est de contrôler la consommation moyenne d'une population d'équipements flexibles pour suivre le signal de référence, qui est progressivement révélé par le réseau (problème de suivi de référence en ligne pour les applications de services annexes) ou donné à l'avance (par exemple pour la mise en forme de la charge ou l'optimisation de la charge à la demande). Cette approche présente de nombreux avantages : communication minimale (un signal de contrôle unique est envoyé de l'entité centrale aux utilisateurs, sans communication des utilisateurs vers l'entité centralisée) ; le contrôle local permet de garantir strictement la qualité du service aux utilisateurs ; le contrôle aléatoire limite la synchronisation de la réponse. Jusqu'à présent, les travaux supposent que la dynamique nominale des appareils contrôlés est connue. L'objectif du post-doc est de relâcher cette contrainte et de proposer une nouvelle conception de contrôle local basée sur des données et l'apprentissage par renforcement.

**Théorie de jeux pour les marchés de l'énergie** Le changement climatique et l'émergence de nouveaux designs de marchés plus décentralisés, prenant en compte l'impact environnemental des technologies utilisées, remettent en question la capacité du système électrique français à réagir rapidement aux changements brusques et à assurer la sécurité d'approvisionnement. Adoptant une perspective

holistique, à l'échelle du système électrique, nous chercherons à comprendre comment les consommateurs ayant une rationalité limitée et le design de marché influencent le comportement à long-terme du système électrique, pour un ensemble de trajectoires climatiques données. L'impact du signal de prix spot sur le comportement à long terme du système électrique n'est pas encore bien compris. Cela nécessite de nouveaux développements, d'une part pour comprendre comment ce signal incite les acteurs à investir, et d'autre part pour quantifier l'impact des prix spot sur le comportement des consommateurs à travers des tarifs dynamiques sur le marché de détail, dans un contexte de rationalité limitée.

L'information imparfaite des fournisseurs de flexibilité peut s'expliquer par un manque d'observation ou par des contraintes de confidentialité. Nous nous concentrerons sur ce dernier aspect. De plus, leur processus de décision peut avoir lieu à un moment où la production renouvelable n'est pas encore connue. Cette double source d'incertitude (tant dans la décision que dans les données) nécessite d'étudier la structure du jeu pour proposer de nouvelles méthodes de résolution. Une optimisation robuste à deux niveaux pourrait être un premier paradigme. Cependant, selon la structure du problème, la complexité algorithmique de résolution peut devenir très grande voire NP-difficile. Pour cette raison, nous nous concentrerons sur un autre paradigme: la prédiction performative multi-joueurs, déjà mise en œuvre en apprentissage automatique multi-agents pour modéliser l'impact des décisions des agents dans la distribution des données utilisée en entrée d'algorithmes d'apprentissage automatique. L'objectif pour le post-doctorant sera a) de formuler le problème comme un jeu stochastique dépendant de la décision des agents, qui capture de manière endogène le changement de distribution provoqué par la rationalité limitée et les contraintes de confidentialité sur l'équilibre du marché et d'implémenter un algorithme d'approximation des équilibres. Les performances de l'algorithme seront analysées (perte d'efficacité, respect de la confidentialité, stabilité, robustesse, etc.). Ensuite, b) le modèle sera replacé dans une perspective long terme d'évolution du mix énergétique sous différents scénarios climatiques. Enfin, c) lorsque le nombre de consommateurs devient important, calculer un équilibre du jeu dynamique est numériquement très coûteux. Nous nous appuyerons sur les jeux à champ moyen pour approximer l'équilibre tout en analysant l'impact de la structure du graphe d'abstraction des interactions entre les agents.

## Main activities

### Principales activités :

- développer des nouveaux modèles et algorithmes pour le contrôle distribué des flexibilités et les marchés de l'énergie décentralisés
- implémenter les algorithmes proposés
- rédaction des articles
- présentation des résultats dans des conférences et séminaires
- participer à des séminaires de l'équipe

## Skills

Compétences techniques et niveau requis :

modélisation stochastique, théorie des jeux stochastiques

Langues : très bon niveau en anglais

Compétences additionnelles : algorithmique, Python

## Benefits package

- 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
- Aménagement du temps de travail (après 12 mois d'ancienneté)
- 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

## General Information

- **Theme/Domain** : Optimization, machine learning and statistical methods  
Statistics (Big data) (BAP E)
- **Town/city** : Paris
- **Inria Center** : [Centre Inria de Paris](#)

- **Starting date** :2024-09-01
- **Duration of contract** :2 years
- **Deadline to apply** :2024-08-13

## Contacts

- **Inria Team** : [ARGO](#)
- **Recruiter** :  
Busic Ana / [Ana.Busic@inria.fr](mailto:Ana.Busic@inria.fr)

## About Inria

Inria is the French national research institute dedicated to digital science and technology. It employs 2,600 people. Its 200 agile project teams, generally run jointly with academic partners, include more than 3,500 scientists and engineers working to meet the challenges of digital technology, often at the interface with other disciplines. The Institute also employs numerous talents in over forty different professions. 900 research support staff contribute to the preparation and development of scientific and entrepreneurial projects that have a worldwide impact.

**Warning** : you must enter your e-mail address in order to save your application to Inria. Applications must be submitted online on the Inria website. Processing of applications sent from other channels is not guaranteed.

## Instruction to apply

### Defence Security :

This position is likely to be situated in a restricted area (ZRR), as defined in Decree No. 2011-1425 relating to the protection of national scientific and technical potential (PPST). Authorisation to enter an area is granted by the director of the unit, following a favourable Ministerial decision, as defined in the decree of 3 July 2012 relating to the PPST. An unfavourable Ministerial decision in respect of a position situated in a ZRR would result in the cancellation of the appointment.

### Recruitment Policy :

As part of its diversity policy, all Inria positions are accessible to people with disabilities.