

OFFRE DE POSTDOCTORAT (36 MOIS)

Projet MADE IN FRANCE

Modéliser les Assemblages d'essences et les Dynamiques forestières en Environnement INcertain de France hexagonale

Informations Générales

- **Discipline** : Mathématiques appliquées, Écologie théorique, Modélisation stochastique, Apprentissage automatique (Machine Learning).
- **Lieu d'accueil** : Laboratoire de Biométrie et de Biologie Évolutive (LBBE), UMR 5558, Université Lyon 1.
- **Encadrement** : Co-encadrement par François Munoz (LBBE) et Youcef Mammeri (ICJ).
- **Durée** : 36 mois.
- **Contexte** : Projet structurant du PEPR Forestt.

1 Contexte et Objectifs du Projet

Ce poste s'inscrit dans le cadre du programme de recherche "Résilience des forêts" (PEPR FORESTT – <https://www.pepr-forestt.org/>), financé par le Plan Investissement d'Avenir (PIA) France 2030. FORESTT vise à accompagner la transition des socio-écosystèmes forestiers dans un contexte de changement global, en fédérant l'ensemble de la communauté scientifique française. Le/la personne recrutée devra donc s'intégrer et contribuer aux activités du programme FORESTT et du projet auquel il/elle est rattaché.e.

Dans le cadre de ce PEPR, le projet **MADE IN FRANCE** vise à mobiliser les apports théoriques et techniques de l'écologie, des mathématiques et de l'IA pour accroître la résilience des forêts face au changement climatique. Il explore l'optimisation des assemblages d'essences et la prédiction des dynamiques forestières sous fortes incertitudes.

Dans le projet **MADE IN FRANCE**, un axe de recherche majeur consistera à combler le fossé entre les approches purement mécanistes et les approches guidées par les données. Le projet intégrera le développement de modèles hybrides combinant des systèmes d'équations aux dérivées partielles (EDP) non linéaires et des techniques d'apprentissage profond, s'appuyant notamment sur les réseaux de neurones informés par la physique (*Physics-Informed Neural Networks* - PINN). Cette méthodologie permettra de capturer finement les interactions réelles au sein des peuplements forestiers multi-espèces à l'échelle spatio-temporelle.

2 Missions du Postdoctorat (WP3)

Le/la postdoctorant(e) sera la cheville ouvrière du **Work Package 3** (Assessing the future of forest stands under constraints). L'objectif est de passer de modèles de croissance classiques à un méta-modèle hybride, spatialement explicite et adossé aux données d'observation.

Axes de recherche et tâches :

- **Modélisation de métacommunauté (Task 3.2)** : Développer un formalisme mathématique fondé sur la théorie des processus de Markov (chaînes de Markov, théorie des graphes) pour intégrer les stochasticités démographique et environnementale.
- **Développement du framework PINN (Task 3.3)** : Concevoir et implémenter un modèle de substitution (*surrogate model*) basé sur les PINN pour simuler la dynamique spatio-temporelle multi-espèces. Le réseau devra intégrer les contraintes physiques et biologiques dictées par un système d'EDP de réaction-diffusion intégrant la compétition asymétrique pour la lumière (via la loi de Beer-Lambert) et les processus de dispersion.

- **Calibration conjointe et résolution de problèmes inverses** : Mettre en place une stratégie d'apprentissage et de calibration simultanée. En minimisant une fonction de perte composite (combinant les résidus des données d'observation, des EDP sous-jacentes et des conditions aux limites via dérivation automatique), le modèle devra estimer conjointement les paramètres écologiques clés : coefficients de diffusion effective, taux de croissance intrinsèques et paramètres d'atténuation lumineuse.
- **Articulation Phoreau/Forceeps** : Utiliser et enrichir le framework modulaire [Phoreau/Forceeps](#) comme socle de simulation, en y injectant les processus stochastiques et les modules hybrides développés.
- **Interactions PEPR Forestt et Analyse d'Invasion** : Créer des liens méthodologiques avec les projets **XRisk** et **RegAdapt**, et appliquer le modèle calibré pour évaluer la persistance, la coexistence ou les risques d'invasion d'essences (indigènes et exotiques) en réponse aux perturbations environnementales.

3 Profil Recherché

- **Formation** : Doctorat en Mathématiques Appliquées, Écologie Numérique, Biostatistiques ou en Informatique / Apprentissage Automatique.
- **Expertise** : Processus stochastiques ou déterministes (processus de Markov ou EDP de réaction-diffusion), réseaux de neurones informés par la physique (PINN) et/ou techniques de calibration/résolution de problèmes inverses.
- **Informatique** : Programmation scientifique (Python avec maîtrise des frameworks de deep learning adaptés à la différentiation automatique tels que PyTorch, TensorFlow ou JAX ; bases en R ou C++). Intérêt pour les plateformes de modélisation (CAPSIS, Forceeps).
- **Aptitudes** : Fortes capacités d'interaction interdisciplinaire (Mathématiques / Écologie / Machine Learning / Gestionnaires).

4 Durée et dates de prise de fonction

Post-doctorat de 36 mois démarrant entre octobre et novembre 2026.

5 Salaire brut

Le salaire brut mensuel sera établi selon la grille du CNRS. Par exemple, 2311 euros net mensuel pour un postdoc <2 ans après la thèse, 2817 euros net mensuel pour un postdoc entre 2 et 7 ans après la thèse.

6 Candidature

Envoyer un dossier comprenant CV, lettre de motivation et contacts de référents à :

- **François Munoz** : francois.munoz@univ-lyon1.fr
- **Youcef Mammeri** : youcef.mammeri@math.cnrs.fr

Les candidatures seront reçues jusqu'au **21 septembre 2026**.