



## Sujet de stage M1 en écologie:

### **Prise en compte des paléo-climats pour l'estimation des niches écologiques des plantes à partir des données polliniques**

**Encadrant(s)** : Christophe Botella (Inria – équipe Iroko) et Benjamin Bourel (Inria – équipe Iroko)

**Localisation et rattachement du stage** : équipe Iroko, Antenne Inria de l'Université de Montpellier. Localisé sur le campus Saint-Priest de l'université de Montpellier (860 Rue de St - Priest, 34090 Montpellier).

**Période et durée**: Durée de 3 à 4 mois entre début juin et fin septembre.

**Rémunération** : Gratification en vigueur de 4.35€/h.

**Contexte** : Face au changement climatique, l'aire de distribution des espèces est amenée à suivre le déplacement géographique des conditions climatiques nécessaires à leur survie. Une meilleure compréhension de la niche écologique des espèces est essentielle pour prévoir leurs réponses aux perturbations environnementales et élaborer des stratégies de conservation écologique. Pour ce faire, il est nécessaire de bien connaître la niche environnementale fondamentale (Grinnell, 1924), soit l'ensemble des conditions abiotiques dans lesquelles une espèce peut survivre et se reproduire, au premier rang desquelles vient le climat. La niche fondamentale est souvent estimée en projetant la distribution spatiale actuelle des espèces dans l'espace de variables climatiques. Cependant, la troncature de niche, i.e. l'absence de conditions climatiques pourtant incluses dans la niche fondamentale d'une espèce, est courante dans les conditions actuelles (Chevalier et al., 2024), conduisant à sous-estimer ou biaiser la niche fondamentale. Les changements climatiques passés ont permis l'existence de conditions aujourd'hui disparues, y compris des périodes plus chaudes que le climat actuel, qui devraient bientôt réapparaître. Prendre en compte la distribution spatiale des espèces de plantes dans le passé lointain grâce aux données polliniques pourrait alors compléter notre connaissance de la niche fondamentale des plantes.

**Objectifs** : Le stage sera centré sur l'étude de la base de données polliniques LegacyPollen 1.0 (Herzschuh *et al.*, 2022). Cette base de données rassemble 2831 enregistrements de pollens fossiles répartis sur l'ensemble du globe avec une taxonomie harmonisée et des chronologies standardisées. Un enregistrement correspond à l'ensemble des comptages polliniques réalisés sur un site à différents âges, où un comptage pollinique est le nombre de grains de pollen pour chaque taxon présent dans l'échantillon sédimentaire d'un âge donné. Pour de nombreux taxa, les comptages polliniques permettent de déterminer la présence ou l'absence locale pour chaque âge, avec des taux de fausses-absences assez faibles, et de reconstruire les aires géographiques occupées au cours du temps. Le stage porte sur l'Europe où environ 1000 enregistrements ont été collectés, et où une cinquantaine d'espèces de plantes peuvent être traquées via leur pollen entre aujourd'hui et 26 500 ans BP (Before Present). Le travail consistera à identifier des espèces d'intérêt écologique, et notamment des généralistes et spécialistes du point de vue de leur niche climatique (e.g. 5 de chaque). Il faudra coupler ces données de paléo-distributions avec des rasters climatiques issus de modèles paléoclimatiques (Armstrong et al., 2019) couvrant la période d'intérêt. L'objectif sera alors de représenter et quantifier l'augmentation de l'enveloppe climatique occupée par chaque espèce sur l'ensemble de la période par rapport à la période présente, fournissant ainsi des évidences complémentaires sur le phénomène de troncature des niches fondamentales. En complément, il faudra comparer si cette correction de la niche fondamentale est plus importante pour les espèces

généralistes, qu'on peut supposer plus sensibles au phénomène de troncature de la niche. Le ou la stagiaire pourra alors discuter si cette correction des niches fondamentales, en particulier pour les climats plus chauds et secs, serait susceptible de changer fortement les projections d'aire de répartition potentielle sous les scénarios climatiques futurs. En fonction des résultats, ces derniers pourront être mobilisés pour l'écriture d'un article scientifique dont le stagiaire sera co-auteur.

#### **Missions:**

1. Revue bibliographique (2 semaines).
2. Exploration des données polliniques (2 semaines): Exploration des données LegacyPollen1.0 pour l'Europe entre aujourd'hui et 26 500 ans BP. Sélection d'espèces généralistes et spécialistes avec un fort intérêt écologique, une bonne représentation spatio-temporelle dans LegacyPollen1.0 et un signal pollinique fiable.
3. Intégration des données paléoclimatiques (3 semaines): Extraction et pré-traitement des données paléo-climatiques (Armstrong et al., 2019). Définition d'un découpage temporel au vu de la précision des données polliniques et de la résolution spatio-temporelle des modèles paléoclimatiques. Jointure des données polliniques et climatiques.
4. Analyse des relations présence/absence vs climat (3 semaines): Utilisation de packages R ou Python (selon préférence du stagiaire) pour la visualisation et l'analyse de données multi-variées (e.g. réduction de dimension, mesures d'hypervolumes - voir Blonder 2018 - et tests statistiques comme Lambda de Wilks)
5. Rédaction du rapport de stage (2 semaines).

#### **Profil recherché:**

1. Compétences obligatoires :
  - Maîtrise de R ou de Python (le stage pourra se faire en l'un ou l'autre): Expériences en programmation, traitement et représentation de données multi-dimensionnelles et spatialisées.
  - Connaissances fondamentales en écologie (e.g. théorie de niche).
  - Maîtrise de l'anglais pour la lecture scientifique et l'intégration dans l'équipe.
2. Les plus : Connaissances fondamentales en statistiques, botanique et/ou palynologie. Intérêt pour la paléoécologie et/ou la biogéographie.

**Candidature:** Envoyer votre CV en décrivant brièvement vos motivations (<400 mots) à [benjamin.bourel@inria.fr](mailto:benjamin.bourel@inria.fr) et [christophe.botella@inria.fr](mailto:christophe.botella@inria.fr)

#### **Références:**

- Armstrong, E., Hopcroft, P. O., & Valdes, P. J. (2019). A simulated Northern Hemisphere terrestrial climate dataset for the past 60,000 years. *Scientific data*, 6(1), 265.
- Blonder, B. (2018). Hypervolume concepts in niche- and trait-based ecology. *Ecography*, 41(9), 1441-1455.
- Chevalier, M., Broennimann, O., & Guisan, A. (2024). Climate change may reveal currently unavailable parts of species' ecological niches. *Nature Ecology & Evolution*, 8(7), 1298-1310.
- Herzsuh, U., Li, C., Böhmer, T., Postl, A. K., Heim, B., Andreev, A. A., ... & Ni, J. (2022). LegacyPollen 1.0: a taxonomically harmonized global late Quaternary pollen dataset of 2831 records with standardized chronologies. *Earth System Science Data*, 14(7), 3213-3227.
- Grinnell, J. (1924). Geography and evolution. *Ecology*, 5(3), 225-229.