

Développement d'indicateurs de tendance temporelle de la fréquence ou de l'abondance de la flore forestière à partir des données de l'inventaire forestier de l'IGN

Stage de M2 recherche ou stage de fin d'étude ingénieur. Forte compétence en statistique ou en biométrie requise

Encadrement : Frédéric Gosselin, Inrae – UR EFNO, Nogent-sur-Vernisson ; Jean-Luc Dupouey, Inrae – UMR SILVA, Champenoux.

La puissance publique tout comme la recherche a besoin de disposer de mesures des variations de l'état de la biodiversité dans le temps, notamment à l'échelle nationale et infra. Dans le domaine forestier, des indicateurs de ce type commencent à émerger à partir du programme Vigie Nature en particulier (cf. indicateurs de l'ONB). Une piste intéressante pour compléter ces indicateurs est d'en développer pour des taxons comme les arbres ou comme la flore vasculaire. De fait, des données existent depuis le début des années 1990 pour la flore vasculaire à travers les relevés de l'Inventaire forestier national. Leur analyse pose néanmoins de nombreux problèmes (répartition spatio-temporelle des relevés très irrégulière jusqu'en 2005, changement d'affectation des observateurs entre la période pré-2005 et post-2005, détectabilité des espèces mal connue et variable dans le temps et selon les observateurs, phénologie à prendre en compte, les relevés étant faits pratiquement toute l'année...), expliquant pourquoi à ce jour il n'y a pas d'indicateur de biodiversité basé sur ces données.

Le projet PASSIFOR2 développe un programme d'expertise et de recherche pour proposer des maquettes de suivi de la biodiversité forestière à l'échelle métropolitaine. Une attention particulière est portée aux aspects méthodologiques (fusion de données hétérogènes, prise en compte de la détectabilité d'espèces, réflexion sur les plans d'échantillonnage, méthodes d'analyse de données...). Dans le cadre de ce projet, il a été jugé souhaitable de mettre en œuvre une analyse statistique de données réelles sur la biodiversité forestière. La flore forestière est une candidate intéressante (quelques milliers de relevés faits chaque année par des professionnels suivant un plan d'échantillonnage représentatif des forêts de production françaises). L'objet de ce stage est de commencer à analyser les données de la flore vasculaire de l'Inventaire forestier dans cette perspective.

Il s'agira de développer une modélisation temporelle spatialement explicite de la dynamique de la flore à l'échelle métropolitaine en corrigeant les sources de nuisance connues dans les données de l'inventaire à partir de 2006 (période stabilisée d'application de la nouvelle méthode de l'inventaire). On utilisera le formalisme des modèles hiérarchiques bayésiens (Ancelet, 2008, Cressie *et al.*, 2009) en s'appuyant sur des méthodes de convolutions discrétisées sur une grille (e.g. Higdon, 1998). On prendra en compte les sources de nuisances connues (phénologie/date, identité des équipes, contrôle des mesures...), ainsi que les principales variables écologiques suivant les objectifs de l'analyse (expliquer les variations temporelles, mieux prédire, enlever les sources de nuisances connues... ; cf. par exemple Zilliox et Gosselin, 2014, Bouvier *et al.*, 2017). On commencera les analyses par la modélisation de la présence-absence d'une seule espèce pour essayer ensuite l'analyse de l'abondance-dominance de cette même espèce (Herpigny et Gosselin, 2015) et l'analyse de la présence-absence de plusieurs espèces en même temps (Warton *et al.*, 2015, Poggiato *et al.*, 2021).

Ces analyses guideront les réflexions sur les procédures d'analyse des données qui pourront être mises en œuvre dans le cadre des maquettes de dispositifs de suivi de la biodiversité forestière de PASSIFOR2 et pourront servir de base d'un nouvel indicateur de biodiversité futur de l'ONB (Observatoire National de la Biodiversité).

Aspects pratiques :

Le stage (6 mois) se déroulera à l'UR EFNO à Nogent-sur-Vernisson. Rémunération forfaitaire par gratification mensuelle conformément à la législation.

Le stage nécessite un bon niveau d'anglais (notamment lecture d'articles scientifiques), et une bonne autonomie.

Ce projet de master s'insère dans un projet plus large, d'acronyme PASSIFOR2 et intitulé : « ELABORATION DE MAQUETTES DE SUIVI DE LA BIODIVERSITÉ FORESTIÈRE », financé par le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire.

La candidature (CV, lettre de motivation, en précisant d'éventuels travaux faits par l'étudiant sur un sujet proche) est à envoyer au plus vite et dans tous les cas avant le 17/12/2021 à Frédéric Gosselin (frederic.gosselin@inrae.fr).

Références bibliographiques :

- ANCELET S. 2008. *Exploiter l'approche hiérarchique Bayésienne pour la modélisation statistique de structures spatiales*
- BOUVIER M., DURRIEU S., GOSELIN F., HERPIGNY B. - Use of Airborne Lidar Data to Improve Plant Species Richness and Diversity Monitoring in Lowland and Mountain Forests. - *PLOS One*, vol. 12, n° 9, 2017, pp. e0184524.
- CRESSIE N., CALDER C.A., CLARK J.S., VER HOEF J.M., WIKLE C.K. - Accounting for uncertainty in ecological analysis: The strengths and limitations of hierarchical statistical modeling. - *Ecological Applications*, vol. 19, n° 3, 2009, pp. 553-570.
- HERPIGNY B., GOSELIN F. - Analyzing plant cover class data quantitatively: customized cumulative zero-inflated beta distributions show promising results. - *Ecological Informatics*, vol. 26, n° 3, 2015, pp. 18-26.
- HIGDON D. - A process-convolution approach to modelling temperatures in the North Atlantic Ocean. - *Environmental and Ecological Statistics*, vol. 5, n° 2, 1998, pp. 173-190.
- POGGIATO G., MÜNKEMÜLLER T., BYSTROVA D., ARBEL J., CLARK J.S., THUILLER W. - On the Interpretations of Joint Modeling in Community Ecology. - *Trends in Ecology and Evolution*, vol., n° 2021, pp.
- WARTON D.I., BLANCHET F.G., O'HARA R.B., OVASKAINEN O., TASKINEN S., WALKER S.C., HUI F.K.C. - So Many Variables: Joint Modeling in Community Ecology. - *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 30, n° 12, 2015, pp. 766-779.

ZILLIOX C., GOSSELIN F. - Tree species diversity and abundance as indicators of understory diversity in French mountain forests: Variations of the relationship in geographical and ecological space. - *Forest Ecology and Management*, vol. 321, n° 2014, pp. 105-116.