

Stage M2 / Ingénieur : Effet de la structure et de la composition du peuplement forestier sur sa valeur esthétique estimée à partir des réseaux sociaux

Contexte

Les forêts constituent l'un des principaux écosystèmes terrestres, fournissant à notre société des services essentiels de régulation (séquestration carbone, atténuation de l'érosion), d'approvisionnement (fourniture en bois), de support (habitats pour la biodiversité), et culturels (valeur esthétique, usages récréatifs)¹. En France et plus généralement en Europe, la maximisation des différents services que les forêts rendent à la société est un enjeu croissant pour la gestion forestière. Dans la littérature scientifique comme dans les objectifs de gestion, l'évaluation des services écosystémiques en milieu forestier a cependant tendance à se réduire à certains services d'approvisionnement et de régulation plus facilement quantifiables². A l'inverse, les services culturels, beaucoup plus complexes à quantifier et pourtant d'importance majeure pour nos sociétés³, restent largement négligés. La quantification du lien entre attributs du peuplement forestier (composition, structure) et la fourniture de services culturels représente donc un enjeu majeur pour faciliter leur prise en compte dans les objectifs de gestion forestière.

Jusqu'ici, l'évaluation de la relation entre services culturels et attributs forestiers et paysagers se limitait à des approches par enquête et questionnaire auprès d'utilisateurs de l'espace forestier^{4,5}. Ces dernières années, l'essor des réseaux sociaux, en fournissant des données géolocalisées sur les usages en forêt, ouvre de nouvelles perspectives pour estimer les services culturels. Les données issues de réseaux sociaux comme Flickr se sont révélés être des proxys fiables des taux de visite observés dans les lieux à usages récréatifs⁶. Plusieurs études ont ainsi mis en évidence un lien significatif entre attributs paysagers et valeur esthétique estimées par des densités de photos géolocalisées^{7,8}, mais de telles approches n'ont jamais été testées pour évaluer l'effet de la structure et de la composition forestière sur la valeur esthétique et leur importance par rapport aux attributs paysagers. Dans ce contexte, le projet RESOTEC (<https://biosefair.hub.inrae.fr/rubriques-verticales/nos-actions/consortia/resotec-consortium-2026-2027>) vise à s'appuyer sur ces nouvelles technologies pour développer la quantification des services culturels en milieu forestier.

Objectif

L'objectif de ce stage est de tester l'effet d'attributs forestiers (e.g., composition et structure verticale) sur la valeur esthétique forestière tout en contrôlant l'effet d'attribut paysagers (e.g., topographie) et socio-culturels (e.g. accessibilité, densité de population).

Pour l'estimation de la valeur esthétique, le ou la stagiaire recruté.e pourra s'appuyer sur un jeu de données de plusieurs milliers de photos géolocalisées extraites de Flickr prises dans des parcs naturels régionaux (PNR) à dominante forestière en zone méditerranéenne (Alpilles, Sainte-Baume, Baronnies provençales). Le ou la stagiaire recruté.e aura pour tâche de calculer dans chacun de ces PNR les différentes variables susceptibles d'expliquer la valeur esthétique observée, à savoir :

- La composition forestière, estimée à partir de la BD Forêt V2 de l'IGN

- La structure verticale du peuplement (hauteur, diversité structurale, etc.) estimée à partir des données de Lidar HD
- La topographie (altitude, dominance topographique par rapport au paysage environnant) à partir des modèles numériques de terrain de l'IGN (BD ALTI)
- Données socio-culturelles (accessibilité, densité de population) extraites de différentes sources.

Il s'agira ensuite de conduire des analyses statistiques pour tester l'effet de ces différentes variables sur la valeur esthétique forestière.

Formations et compétences recherchées

Stage de niveau BAC+5 à pourvoir soit par un.e étudiant.e en sciences de l'environnement (écologie, agronomie, foresterie) / géographie avec un fort intérêt pour l'informatique, soit par un.e étudiant.e en informatique avec un fort intérêt pour les sciences de l'environnement.

Compétences techniques attendues : maîtrise avancée d'un langage de programmation (de préférence R ou Python), analyses statistiques, connaissances de base en écologie du paysage et/ou en sciences forestières.

Compétences transverses : attrait fort pour l'informatique et la programmation, autonomie et prises d'initiatives, sens du travail en équipe, maîtrise de l'anglais pour la lecture d'articles scientifiques, capacité de rédaction.

Conditions d'accueil

Vous serez accueilli à l'INRAE au sein de l'UMR RECOVER, dans l'équipe EMR qui porte des travaux dans le domaine de l'écologie des forêts méditerranéennes, du risque incendie et des services écosystémiques. Vous serez co-encadré par Julien Barrere (UMR RECOVER) et par Maxime Lenormand (UMR TETIS, Montpellier). L'INRAE est situé au Tholonet, à 20min en bus ou à vélo de la ville d'Aix-en-Provence. Des déplacements ponctuels à Montpellier sont à prévoir. La date de démarrage et la durée du stage sont flexibles (entre 5 et 6 mois, avec un démarrage entre Janvier et Avril selon les disponibilités).

Bibliographie

- (1) MEA. *Ecosystems and Human Well-Being*; World Resources Institute: Washington, DC, 2005.
- (2) Gamfeldt, L.; Snäll, T.; Bagchi, R.; Jonsson, M.; Gustafsson, L.; Kjellander, P.; Ruiz-Jaen, M. C.; Froberg, M.; Stendahl, J.; Philipson, C. D.; Mikusinski, G.; Andersson, E.; Westerlund, B.; Andren, H.; Moberg, F.; Moen, J.; Bengtsson, J. Higher Levels of Multiple Ecosystem Services Are Found in Forests with More Tree Species. *Nat. Commun.* **2013**, *4*, 1340. <https://doi.org/10.1038/ncomms2328>.
- (3) Daniel, T. C.; Muhar, A.; Arnberger, A.; Aznar, O.; Boyd, J. W.; Chan, K. M. A.; Costanza, R.; Elmqvist, T.; Flint, C. G.; Gobster, P. H.; Grêt-Regamey, A.; Lave, R.;

- Muhar, S.; Penker, M.; Ribe, R. G.; Schauppenlehner, T.; Sikor, T.; Soloviy, I.; Spierenburg, M.; Taczanowska, K.; Tam, J.; von der Dunk, A. Contributions of Cultural Services to the Ecosystem Services Agenda. *Proc. Natl. Acad. Sci.* **2012**, *109* (23), 8812–8819. <https://doi.org/10.1073/pnas.1114773109>.
- (4) Brown, T. C.; Daniel, T. C. Predicting Scenic Beauty of Timber Stands. *For. Sci.* **1986**, *32* (2), 471–487. <https://doi.org/10.1093/forestscience/32.2.471>.
- (5) Ribe, R. G. In-Stand Scenic Beauty of Variable Retention Harvests and Mature Forests in the U.S. Pacific Northwest: The Effects of Basal Area, Density, Retention Pattern and down Wood. *J. Environ. Manage.* **2009**, *91* (1), 245–260. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.08.014>.
- (6) Wood, S. A.; Guerry, A. D.; Silver, J. M.; Lacayo, M. Using Social Media to Quantify Nature-Based Tourism and Recreation. *Sci. Rep.* **2013**, *3* (1), 2976. <https://doi.org/10.1038/srep02976>.
- (7) van Zanten, B. T.; Van Berkel, D. B.; Meentemeyer, R. K.; Smith, J. W.; Tieskens, K. F.; Verburg, P. H. Continental-Scale Quantification of Landscape Values Using Social Media Data. *Proc. Natl. Acad. Sci.* **2016**, *113* (46), 12974–12979. <https://doi.org/10.1073/pnas.1614158113>.
- (8) Tenerelli, P.; Püffel, C.; Luque, S. Spatial Assessment of Aesthetic Services in a Complex Mountain Region: Combining Visual Landscape Properties with Crowdsourced Geographic Information. *Landsc. Ecol.* **2017**, *32* (5), 1097–1115. <https://doi.org/10.1007/s10980-017-0498-7>.