

Projet de fin d'études / Stage Master 2

Estimation et cartographie de la biomasse forestière à échelle kilométrique à partir des données du capteur LIDAR spatial GEDI

- **Lieu :** LIF - 14 Rue Girardet, 54000 Nancy.
- **Durée :** 6 mois, à partir de février/mars 2026 (modulable en fonction du candidat retenu).
- **Profil recherché :** vous préparez un Bac+5 en statistiques, géomatique / télédétection, sciences forestières, et vous avez une affinité pour les questions liées à l'environnement ou la forêt.
- **Contexte du projet :** L'Inventaire Forestier National (IFN) est une enquête publique dédiée à l'évaluation des ressources forestières. Pour garantir des estimations fiables des attributs forestiers, l'IFN français s'appuie sur un échantillon annuel d'environ 6 000 placettes réparties sur l'ensemble du territoire métropolitain. Un axe important de recherche du LIF consiste à exploiter pleinement les données issues de la télédétection en les combinant avec les relevés terrain IFN, afin d'obtenir des estimations plus précises et plus détaillées de certaines variables (comme le volume de bois ou la biomasse). En service depuis 2019, le capteur LiDAR spatial GEDI (Global Ecosystem Dynamics Investigation) de la NASA fournit une grande quantité de données, à un coût réduit permettant de caractériser la structure verticale des forêts. Dans ce cadre, plusieurs travaux au LIF ont permis la combinaison de données IFN et de mesures GEDI afin d'estimer la biomasse aérienne. Ces estimations ponctuelles et discontinues sont prometteuses mais leur agrégation à une échelle spatiale plus large permettrait de générer une cartographie semi-continue de la biomasse, ce qui ouvrirait la voie à une meilleure évaluation de l'incertitude et à des comparaisons robustes avec d'autres produits existants.
- **Description du projet :** Le stage proposé vise donc à explorer les estimations issues de ce modèle et à produire une carte de la biomasse forestière sur l'ensemble du territoire français à l'échelle kilométrique. Un enjeu majeur réside dans la quantification de l'erreur, à la fois liée au modèle (erreur de prédiction) et au processus de spatialisation (échantillonnage de la grille kilométrique). Les missions incluent :
 - La réalisation d'une recherche bibliographique sur les approches existantes pour combiner différentes sources d'incertitude et construire des intervalles de confiance robustes.
 - Le développement d'un produit cartographique kilométrique, et de son erreur associée, à partir des estimations de biomasse fournies.
 - La comparaison des résultats avec le produit existant GEDI L4B.

Ce stage offre une expérience de recherche concrète et valorisante, avec des résultats directement exploitables dans un rapport de stage et potentiellement publiables.

- **Mots-clés du projet :** spatialisation, télédétection, quantification de l'incertitude
- **Encadrants :** Selim BEHLOUL (LIF / LSCE) & Nikola BESIC (LIF)
- **Stage gratifié (gratification standard).** • **Langue :** le français et/ou l'anglais.
- **Candidature avec CV et lettre de motivation à adresser aux encadrant.e.s cité.e.s ci-dessus :** prénom.nom@ign.fr

Master 2 Thesis / Internship Project

Estimation and Mapping of Forest Biomass at Kilometer Scale Using GEDI Spaceborne LIDAR Data

- **Location:** LIF - 14 Rue Girardet, 54000 Nancy, France.
- **Duration:** 6 months, starting February/March 2026 (flexible depending on the selected candidate).
- **Profile sought:** You are pursuing a Master's degree (Bac+5) in Statistics, Geomatics/Remote Sensing, or Forestry, and you have a strong interest in environmental or forest-related issues.
- **Project context:** The French National Forest Inventory (IFN) is a public survey dedicated to assessing forest resources. To provide reliable estimates of forest attributes, the IFN relies on an annual sample of approximately 6,000 plots across metropolitan France. An important research focus at LIF is to fully exploit remote sensing data, combined with IFN field measurements, to obtain more precise and detailed estimates of variables such as wood volume or biomass. Operational since 2019, NASA's GEDI (Global Ecosystem Dynamics Investigation) spaceborne LIDAR provides a large volume of data at relatively low cost, allowing the characterization of forest vertical structure. Within this framework, several studies at LIF have combined IFN data with GEDI measurements to estimate above-ground biomass. These pointwise and discontinuous estimates are promising, but their aggregation at a larger spatial scale would enable the creation of a semi-continuous biomass map, improving uncertainty evaluation and allowing robust comparisons with other existing products.
- **Project description:** The internship aims to explore the model-derived estimates and produce a kilometer-scale forest biomass map for the entire French territory. A key challenge is quantifying the error, both related to the model (prediction error) and the spatialization process (kilometer-grid sampling). Tasks include:
 - Conducting a literature review on existing approaches to combine different sources of uncertainty and construct robust confidence intervals.
 - Developing a kilometer-scale map product and its associated error based on the provided biomass estimates.
 - Comparing the results with the existing GEDI L4B product.

This internship provides a concrete and rewarding research experience, with results directly usable in an internship report and potentially publishable.

- **Project keywords:** spatialization, remote sensing, uncertainty quantification
- **Supervisors:** Selim BEHLOUL (LIF / LSCE) & Nikola BESIC (LIF)
- **Paid internship (standard compensation).** • **Language:** French and/or English.
- **Application:** Please send an email with your CV and motivation letter to the supervisors mentioned above:
first.lastname@ign.fr