

Invitation à la soutenance de thèse

**ÉVALUATION DES SÉRIES CHRONOLOGIQUES D'IMAGES SENTINEL-2 POUR LA
CARACTÉRISATION ET LA SURVEILLANCE DE LA SANTÉ DES ARBRES EN ZONES
URBAINES**

**EVALUATION OF SENTINEL-2 IMAGE TIME SERIES FOR CHARACTERIZATION AND
MONITORING OF TREE HEALTH IN URBAN AREAS**

Théo Le Saint

Le mardi 29 avril 2025 à 14 h

**Université Rennes II- Salle des thèses Bât P- 7ème étage
Pl. Recteur Henri le Moal, 35000 Rennes**

Devant le jury composé de :

Mme Anne PUISSANT	Université de Strasbourg	Rapporteur
M. Jean-Louis ROUJEAN	CESBIO	Rapporteur
M. David SHEEREN	Dynafor/ENSAT	Examineur
Mme Karine ADELINÉ	ONERA	Examinatrice
M. Bertrand MARTIN	Direction des jardins et de la biodiversité de la ville de Rennes	Examineur
Mme Laurence HUBERT-MOY	Université Rennes 2	Directrice de thèse

Résumé

Les arbres jouent un rôle important dans l'environnement urbain en raison des services écosystémiques qu'ils fournissent. Cependant, cet environnement impose des contraintes au bon développement des arbres, perturbant leur cycle de vie et leur santé. L'objectif de cette thèse est d'évaluer le potentiel des séries temporelles d'images Sentinel-2 pour la caractérisation et le suivi de l'état de santé de la végétation arborée en milieu urbain. L'approche appliquée sur la ville de Rennes repose sur la constitution d'un jeu de données portant sur quatre espèces, et l'utilisation de séries d'images acquises sur deux années météorologiques contrastées (2021 et 2022). Une analyse de sensibilité avec le modèle de transfert radiatif 3D DART a montré que les indices spectraux ARVI et OSAVI sont les plus sensibles à l'indice de surface foliaire (LAI) et au taux en chlorophylles (LCC). Des stratégies adaptées à l'environnement urbain pour gérer les pixels mixtes ont été mises en place avec des variables exogènes à l'arbre pour estimer et cartographier par inversion le LAI et le LCC. Les métriques temporelles dérivées des séries d'images Sentinel-2 ont mis en évidence la réduction de la croissance

de certaines espèces en cas de sécheresse, tandis que d'autres espèces ont connu une productivité accrue, suggérant des mécanismes de résilience potentiels. Elles ont également révélé des anomalies en 2022 soulignant des conditions de stress plus importantes qu'en 2021. Un effet de gradient urbain a été observé sur la durée de la saison végétative, les arbres en centre-ville ayant un début de saison plus précoce et une fin de saison retardée. Les résultats obtenus dans cette thèse à partir d'image Sentinel-2 pourront contribuer au développement d'un système de notation de l'état de santé des arbres urbains appliqué à large échelle.

Trees play an important role in the urban environment due to the ecosystem services they provide. However, this environment imposes constraints on the proper development of trees, disrupting their life cycle and health. The objective of this thesis is to evaluate the potential of Sentinel-2 image time series for characterizing and monitoring the health status of tree vegetation in urban areas. The approach applied to the city of Rennes is based on the creation of a dataset covering four species, and the use of image series acquired over two contrasting meteorological years (2021 and 2022). A sensitivity analysis with the 3D radiative transfer model DART showed that the ARVI and OSAVI spectral indices are the most sensitive to the leaf area index (LAI) and the chlorophyll content (LCC). Urban-adapted strategies for managing mixed pixels were implemented with tree-exogenous variables to estimate and inversion-map LAI and LCC. Temporal metrics derived from Sentinel-2 image series highlighted reduced growth of some species under drought conditions, while other species experienced increased productivity, suggesting potential resilience mechanisms. They also revealed anomalies in 2022 highlighting more stressful conditions than in 2021. An urban gradient effect was observed on the length of the growing season, with trees in city centers having an earlier start to the season and a delayed end to the season. The results obtained in this thesis from Sentinel-2 imagery may contribute to the development of a large-scale urban tree health rating system.

Mots clés

Métriques de perturbation / phénologie / productivité / LAI / LCC / transfert radiatif