

Stage M2 Informatique

Titre du stage :

Algorithmes pour la lecture automatique de cernes et l'interdatation sur plusieurs espèces de chênes

Proposé par : Marion Jourdan

Équipe : EcoSILVA – INRAE

Informations générales

- **Encadrants** : Marion Jourdan (SILVA), Isabelle Debled-Rennesson et Phuc Ngo (LORIA)
- **Autres chercheurs impliqués** : Vincent Badeau, Stéphane Ponton, Fleur Longuetaud et Frédéric Mothe (SILVA)
- **Contacts** : marion.jourdan@inrae.fr, isabelle.debled-rennesson@loria.fr, hoai-diem-phuc.ngo@loria.fr
- **Localisation** : LORIA – Campus Scientifique, 615 Rue du Jardin-Botanique, 54506 Vandœuvre-lès-Nancy
- **Durée** : 6 mois, de mi-mars au mi-septembre 2024.

Mots-clés

- Traitement et analyse d'images, dendrochronologie, morphologie mathématique, modèles Bayésien.

Description du sujet

1. Contexte

Les **forêts** européennes sont soumises au **changement climatique**, et à ses conséquences incertaines. Dans ce contexte, il est essentiel de comprendre l'effet du climat sur le fonctionnement des forêts et des arbres. Cette compréhension est cruciale, notamment au vu des dépérissements observés ces dernières années par les forestiers et confirmées par les enquêtes nationales et européennes sur la santé des forêts (Potočić N et al., 2021). De nombreuses approches permettent d'étudier le lien entre **climat** et **fonctionnement de l'arbre**. L'une des plus anciennes est la dendrochronologie, qui associe largeur de cernes (accroissement radial) et événements climatiques (sécheresse, vague de chaleur, ...). Les **mesures dendrochronologiques** classiques faites manuellement, en plus de l'acquisition d'équipements coûteux, nécessitent beaucoup de **temps**, d'**argent** et d'**expertise** pour obtenir des mesures de qualité. Malgré toute l'attention portée aux mesures de la largeur des cernes, le biais de l'observateur a été mis en évidence à plusieurs reprises (Helama et al., 2004). Il est pourtant crucial d'**alléger** ces étapes de traitement, de les **fiabiliser** et de les rendre accessibles à tous pour développer la compréhension de l'effet du climat sur la forêt tempérée.

L'objectif technique de ce stage est de progresser dans la **lecture des cernes du chêne**. Des avancées récentes permettront bientôt d'objectiver cette approche et de la rendre plus fiable et moins coûteuse (Fabijańska & Danek, 2018; Poláček et al., 2022). Par exemple l'utilisation de **réseaux de neurones** permet de lire automatiquement les cernes des arbres sur le bois de conifères et est accessible à tous gratuitement (Poláček et al., 2022). Ce travail n'a pas encore d'équivalent en **libre accès** sur la lecture des cernes chez les feuillus. Les méthodes faites à partir d'**approches morphologiques** ont été aussi testé dans le cadre d'un stage précédent, mais ne donne pas encore d'aussi bon résultat et sont améliorable en intégrant des informations extérieures à l'image. Dans la même idée, aucune méthode actuellement développée n'a encore intégrée l'**interdatation** (ou datation croisée) dans les procédures de traitement des carottes de bois.



Figure 1 : Zoom sur carotte de chêne pédonculé (A) et chêne sessile (B)

2. Sujet

Le but de ce stage est de **développer une méthode** fiable de **détection automatique** de cernes sur les différentes espèces de chênes sur le territoire français.

Nous voudrions parfaire les algorithmes de lecture de cernes déjà développés dans le cadre d'un premier stage, se basant sur l'**analyse morphologique** d'un jeu de données de photos de bois de chênes sessile (*Quercus petrae*), pédonculé (*Quercus robur*) et pubescent (*Quercus pubescens*). Pour y parvenir, nous voudrions intégrer d'autres informations que celles présentes dans l'image pour nourrir la détection avec des informations à priori (**modèles Bayésien** pour prédire l'accroissement, données climatiques). De plus pour permettre une meilleure précision dans les mesures, nous voudrions intégrer la dimension d'**interdatation** des carottes dans l'analyse, afin de permettre une correction des lectures automatiques.

Pour ce travail plus de 2500 photos de carottes déjà lu, comme celles de la Figure 1, seront mise à disposition, pour permettre l'apprentissage des algorithmes choisis.

Cadre de travail

Ce stage est co-encadré par des scientifiques issus de deux laboratoires nancéens. Le **LORIA** sera le laboratoire d'accueil principal du stagiaire. L'UMR **SILVA** sera le laboratoire d'accueil secondaire. Du fait de leurs complémentarités (SILVA en sciences forestières, LORIA en traitement d'image), il sera demandé au/à la stagiaire de travailler régulièrement à SILVA. Le/la stagiaire sera co-encadré par Isabelle Debled-Rensson et Phuc Ngo (LORIA) et par Marion Jourdan (UMR SILVA). D'autres chercheurs de SILVA pourront être impliqués dans ce stage.

Compétences recherchées

Nous recherchons un étudiant avec de bonnes compétences en programmation. Ce stage s'appuie sur les outils de traitement d'images sur C++ avec OpenCV et, en partie, Python et Tensorflow ou bien Pytorch pour les réseaux de neurones.

Pour candidater

Les dossiers de candidature sont à transmettre au moyen d'une archive .zip contenant :

- un curriculum vitae,
- les relevés de notes des années 2021-22 et 2022-23,
- une lettre de motivation
- les contacts (qualité, adresse mail, téléphone) de deux référents.

Un entretien et/ou un test technique pourront vous être proposés. La transmission de liens vers une sélection de dépôts git des candidat.e.s est encouragée.

Références

Fabijańska, A., & Danek, M. (2018). DeepDendro – A tree rings detector based on a deep convolutional neural network. *Computers and Electronics in Agriculture*, 150, 353–363. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.05.005>

Helama, S., Lindholm, M., Timonen, M., & Eronen, M. (2004). Detection of climate signal in dendrochronological data analysis: A comparison of tree-ring standardization methods. *Theoretical and Applied Climatology*, 79(3–4), 239–254. <https://doi.org/10.1007/s00704-004-0077-0>

Poláček, M., Arizpe, A., Hüther, P., Weidlich, L., Steindl, S., & Swarts, K. (2022). Automation of tree-ring detection and measurements using deep learning [Preprint]. *Ecology*. <https://doi.org/10.1101/2022.01.10.475709>

Potočić N, Timmermann V, Ognjenović M, Kirchner T, Prescher A-K, & Ferretti M. (2021). Tree health is deteriorating in the European forests (ICP Forests Brief No. 5). Programme Co-ordinating Centre of ICP Forests, Thünen Institute of Forest Ecosystems. <https://doi.org/10.3220/ICP1638780772000>