

---

*Mission en informatique d'une durée de 18 mois  
pour un ingénieur, master ou post-doc*

Développement de méthodes biométriques pour  
l'identification et la traçabilité des grumes de chêne

---

## Contexte

Le chêne est une ressource stratégique pour la France. L'industrie du bois fait face à une très forte demande d'exportation vers l'Asie. Depuis 2015, un label "Transformation UE" a été créé pour permettre aux clients qui s'engagent à transformer ou faire transformer le bois à l'intérieur de l'UE d'accéder en priorité aux ressources en chêne des forêts publiques<sup>1</sup>. Dans ce contexte, la traçabilité des bois devient une nécessité. Différents systèmes d'identification ont été testés par les acteurs de la filière forêt-bois sans donner satisfaction ; c'est le cas par exemple des plaquettes en plastique (avec un numéro ou code-barre imprimé) ou des puces RFID qui sont trop facilement substituables ou falsifiables. Pour résoudre ce problème de traçabilité des grumes, des méthodes alternatives à ces marqueurs physiques susceptibles d'être utilisées partout et d'identifier chaque grume individuellement doivent être développées. En se basant sur les caractéristiques intrinsèques des grumes, de la même façon que les empreintes digitales identifient un humain, il pourrait être simple et peu coûteux d'atteindre cet objectif (Barrett, 2008).

## Objectifs

La mission porte sur le problème de traçabilité des grumes et vise à développer de nouvelles méthodes utilisant des techniques de traitement d'images et des approches par apprentissage profond (*deep learning*).

La taille et la forme des sections transversales de grumes doivent être prises en compte pour faciliter l'identification (Charwat-Pessler *et al.*, 2016). À la base des grumes de chêne ("culée"), la forme de la section peut être très irrégulière. De nombreux points anguleux, liés à l'abattage de l'arbre, sont visibles et pourraient aider à identifier les grumes (Fig. 1). Cependant, les informations de taille et de forme ne seront probablement pas suffisantes et le motif des cernes de croissance,

---

1. <https://www.onf.fr/onf/+/1629::proteger-notre-filiere-chene-locale-avec-le-label-transformation-ue.html>

plus ou moins visibles selon l'état de surface, devra peut-être être exploité en complément. Mais au contraire des empreintes digitales, les cernes du bois n'ont pas de minuties<sup>2</sup> (sauf la moelle, au centre des cernes de croissance, qui est un point particulier) et seules certaines méthodes peuvent être utilisées, dont celles basées sur l'analyse de textures (Schraml *et al.*, 2015a). L'une des principales difficultés pourrait être l'extraction du motif des cernes, ou d'une partie de ce motif, sur des surfaces très rugueuses brutes de tronçonnage. Si le motif des cernes est un élément important pour l'identification des grumes, il sera aussi possible d'utiliser d'autres caractéristiques comme la position de la moelle (Decelle *et al.*, 2021), les marques de tronçonnage, l'épaisseur de l'aubier (anneau plus sombre ou plus clair suivant les cas, visible en périphérie de la section, sous l'écorce) (Decelle *et al.*, 2023) ou toute autre singularité visible.



FIGURE 1 – Photos prises à la culée de grumes de chêne. Une mire en damier blanc et noir est placée sur la grume de façon à permettre la calibration spatiale des images. Ici, une fonction d'OpenCV a permis de détecter la mire automatiquement (à droite).

Une question sera de déterminer quelles singularités peuvent être utilisées. Par exemple, les fentes radiales, qui peuvent évoluer dans le temps, ne sont peut-être pas un bon critère à prendre en compte alors que les marques de tronçonnage pourraient l'être car elles sont peu susceptibles de changer. Mais ces choix restent à discuter.

Des méthodes adaptées des algorithmes existants pour l'identification des empreintes digitales ou de l'iris ont déjà été testées avec succès à l'Université de Salzbourg (Schraml *et al.*, 2015b) sur des images de sections de grumes de bois résineux. Cependant, le travail le plus récent a montré que des performances supérieures peuvent être obtenues par des réseaux de neurones convolutifs (*convolutional neural networks, CNN*) en utilisant une fonction de coût par triplet (*triplet loss function*) pour l'apprentissage du réseau (Wimmer *et al.*, 2021).

## Programme de travail

La première étape consistera à comprendre et tester sur des images de chêne les algorithmes développés sur des résineux par nos collègues autrichiens.

Très rapidement, il sera nécessaire de développer des méthodes capables d'identifier les grumes de chêne, peut-être en utilisant dans un premier temps toutes les singularités disponibles, puis en interdisant certaines. Plusieurs types d'algorithmes pourraient être considérés, y compris des adaptations des réseaux de neurones les plus efficaces.

---

2. Changements de continuité des lignes papillaires (*minutiae*).

Pour cela, une base de 10 000 à 20 000 images de culées de chêne, actuellement en cours de constitution, pourra être exploitée.

## Compétences recherchées

Un doctorat, master ou diplôme d'ingénieur en informatique est requis. De bonnes compétences en programmation (C++ et/ou Python), en analyse et traitement d'images, et en rédaction scientifique sont attendues. Une bonne connaissance des réseaux de neurones convolutifs serait appréciée.

## Informations pratiques

La durée du contrat est de 18 mois (6 mois renouvelables pour une année).

Rémunération en fonction du diplôme et de l'expérience.

La personne recrutée sera encadrée par Phuc Ngo et Isabelle Debled-Rennesson (Loria), Fleur Longuetaud et Frédéric Mothe (INRAE), et Alexandre Piboule (ONF).

Le poste sera basé au Loria à Nancy.

Un court séjour à l'Université de Salzbourg dans l'équipe de nos collègues autrichiens est prévu au début de la mission pour comprendre et s'appropriier les algorithmes développés pour les bois résineux.

Date limite pour candidater : 15 mai 2023.

## Contacts :

- Phuc Ngo ([hoai-diem-phuc.ngo@loria.fr](mailto:hoai-diem-phuc.ngo@loria.fr))
- Fleur Longuetaud ([fleur.longuetaud@inrae.fr](mailto:fleur.longuetaud@inrae.fr))

## Références

W. A. BARRETT : Biometrics of cut tree faces. *In Advances in computer and information sciences and engineering*, pages 562–565. Springer, 2008.

Johann CHARWAT-PESSLER, Rudolf SCHRAML, Karl ENTACHER et Alexander PETUTSCHNIGG : Tracking logs with RGB images within the wood supply chain : A preliminary study on image acquisition. *Forest Products Journal*, 66 (3-4):176–184, 2016.

Rémi DECELLE, Phuc NGO, Isabelle DEBLED-RENNESSON, Frédéric MOTHE et Fleur LONGUETAUD : Pith Estimation on Tree Log End Images. *In Reproducible Research on Pattern Recognition (RRPR)*, volume LNCS 12636, pages 101–120, Milan, Italy, 2021.

Rémi DECELLE, Phuc NGO, Isabelle DEBLED-RENNESSON, Frédéric MOTHE et Fleur LONGUETAUD : Light U-Net with a New Morphological Attention Gate Model Application to Analyse Wood Sections. *In ICPRAM 2023 International*

*Conference on Pattern Recognition Applications and Methods*, Lisbon, Portugal, 2023.

Rudolf SCHRAML, Johann CHARWAT-PESSLER, Alexander PETUTSCHNIGG et Andreas UHL : Towards the applicability of biometric wood log traceability using digital log end images. *Computers and Electronics in Agriculture*, 119:112–122, 2015a.

Rudolf SCHRAML, Heinz HOFBAUER, Alexander PETUTSCHNIGG et Andreas UHL : Tree log identification based on digital cross-section images of log ends using fingerprint and iris recognition methods. *In Computer Analysis of Images and Patterns – CAIP 2015*, pages 752–765. Springer Verlag, 2015b.

Georg WIMMER, Rudolf SCHRAML, Heinz HOFBAUER, Alexander PETUTSCHNIGG et Andreas UHL : Two-stage CNN-based wood log recognition. *In Computational Science and Its Applications – ICCSA 2021*, pages 115–125. Springer, 2021.