

RayMEB : Caractérisation des **rayons** dans des images de Microscopie **E**lectronique à **B**alayage Application au charbon de bois archéologique

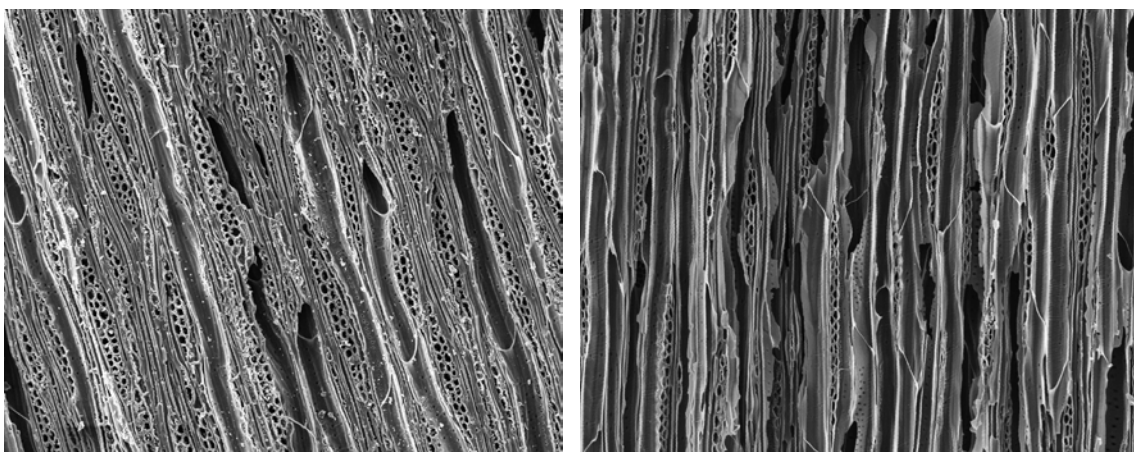
Objet d'étude : caractérisation automatique des rayons cellulaires dans des images cellulaires des essences de Maloidées (pommiers, sorbiers, aubépines) obtenues par Microscopie Electronique à Balayage.

Cadre de l'étude

Les charbons de bois archéologiques, résidus émanant du bois de feu sélectionné et transporté par l'homme, sont le reflet des usages, des techniques et des modes de gestion de l'espace forestier. Ils constituent de ce fait des archives paléo-environnementales majeures pour la connaissance des milieux forestiers passés tant du point de vue de leur composition floristique que de leur évolution sous l'effet des activités humaines et des variations du paléoclimat.

Dans ce cadre particulier, la dendrologie s'intéresse à l'identification des espèces ligneuses à travers l'étude de leurs caractéristiques morphologiques. En clair, exploiter au mieux les informations morphologiques permettant à partir de fragments de charbon de bois d'identifier les essences utilisées.

Aujourd'hui, l'étude des charbons de bois s'appuie sur l'analyse d'images microscopiques, et plus particulièrement sur la morphologie de structures discriminantes, par exemple la structure cellulaire des rayons dans les plans longitudinaux, la distribution cellulaire au sein des cernes dans les plans transversaux,.



A gauche, coupe longitudinale de pommier sauvage (Malus Sylvestris) obtenue par microscopie électronique à balayage ; à droite, coupe longitudinale de charbons de bois de Sorbier des Oiseaux (Sorbus Aucuparia). Les deux images présentent de fortes similitudes : les rayons sont les regroupements cellulaires principalement visibles ; leur morphologie devrait permettre d'identifier les différentes essences.

Fig. 1 : matériel d'étude

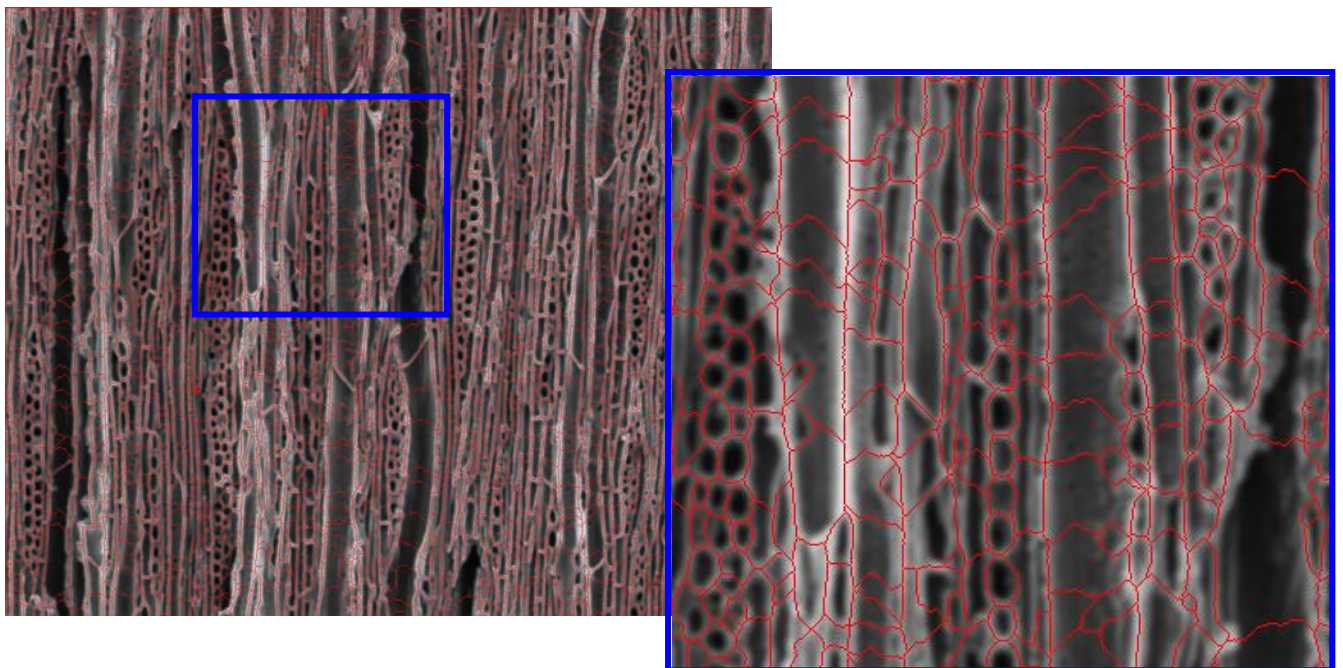
Descriptif du stage

Le stage porte sur la caractérisation des organisations cellulaires, en particulier des rayons. Dans les coupes longitudinales tangentielles, ces derniers sont représentés par des regroupements « naturels » de cellules facilement identifiables à l'œil, plutôt allongés et présentant un léger renflement.

Il s'agira donc d'identifier **automatiquement** ces structures et d'en donner des indicateurs morphométriques (longueur, largeur,...). La taille et la forme des cellules constituant les rayons seront également caractérisées.

Du point de vue technique, trois aspects seront abordés dans ce stage.

- **Traitement d'images** : il s'agira de rechercher ou développer les algorithmes permettant de segmenter automatiquement les cellules des rayons, plus exactement des lumena (ou pores cellulaires). Les premières études menées ont confirmé que la qualité des images générées par microscopie électronique à balayage permettrait de limiter les prétraitements. La segmentation se fera vraisemblablement par Ligne de Partage des Eaux, et si nécessaire par toute autre méthode estimée nécessaire. Dans tous les cas, l'automatisation du paramétrage des algorithmes sera le point majeur à considérer, notamment pour permettre d'ouvrir les traitements à d'autres essences.



Le traitement basé sur la détection de crêtes, c'est-à-dire les ruptures de pentes de variation d'intensité. Les résultats obtenus montrent qu'il conviendra d'adapter ou de compléter les algorithmes existants ne serait ce que pour limiter la sur-segmentation ou faciliter le typage cellulaire

Fig. 2 : segmentation des cellules par « ligne de partage des eaux » sur une image d'Aubépine

- **Modélisation** : un modèle géométrique de type *graphe* sera utilisé pour identifier et caractériser les « regroupements cellulaires ». Il s'agira ici de développer une méthode originale permettant de distinguer les regroupements allongés des amas cellulaires ; la méthode pourra s'inspirer des modèles d'analyse mis en place pour la détection des files^{1,2} et des rayons³ cellulaires.
- **Caractérisation** : la caractérisation portera tant sur les regroupements de cellules que sur les cellules elles-mêmes. Elle permettra avant tout de distinguer les différents types de rayons (rayons en émergence, rayons unicellulaires, rayons matures), et par là-même d'identifier l'essence ou la variété traitée. Les paramètres évalués seront organisés par rayons, exprimés dans un référentiel propre à chaque rayon et exportés dans un fichier CSV facilement traitable sous un tableur ou un logiciel de traitement statistique. Le paramètre le plus délicat à définir restera la largeur des rayons (le nombre de cellules maximal dans le sens perpendiculaire au sens du rayon).

Le stage s'inscrit dans l'ANR Dendrac⁴ (*Développement d'outils dendrométriques appliqués à l'anthracologie : étude des relations homme-ressources-environnement*), regroupant de nombreuses équipes géographiquement distantes. Des visio-conférences seront si nécessaire organisées pour échanger avec les différents spécialistes impliqués dans le projet.

Le stage permettra de (i) recenser les différents problèmes et les solutions potentiellement intéressantes, puis de (ii) mettre en place une solution opérationnelle en Java, *sous forme de plugin dans le logiciel libre ImageJ*⁵. Les développements se feront préférentiellement sous Eclipse. Le gestionnaire de projets informatiques redmine sera utilisé pour permettre aux différents acteurs de suivre les avancements du stage.

Le plugin mis en place sera distribué en fin de stage auprès des différentes équipes impliquées dans l'ANR. Il devra être opérationnel et facilement utilisable par des scientifiques non spécialistes de l'image, *et bien évidemment répondre à leur attente.*

¹ R. Jones and L. Bischof, 1996, **A graph-based segmentation of wood micrographs**, in Computing Science and Statistics, 28, Sydney

² P. Kennel, G. Subsol, M. Guérout and P. Borianne, 2010, *Automatic Identification of Cell Files in Light Microscopic Images of Conifer Wood*, Image Processing Theory, Tools and Applications, IEEE IPTA'10, Djemal-Deriche Eds, ISBN 978-1-4244-7249-9, pages 98-103

³ R. Jones and L. Bischof, 1996, **A graph-based segmentation of wood micrographs**, in Computing Science and Statistics, 28, Sydney

⁴ Pour plus d'informations, se reporter à <http://dendrac.mnhn.fr/>

⁵ Pour plus d'informations, se reporter à <http://rsbweb.nih.gov/ij/>



Pré requis : programmation orientée Objet (en particulier Java), connaissances en traitement d'images, intérêt ou sensibilisation à la biologie végétale (et éventuellement à l'étude du passé).

Laboratoire d'accueil :

UMR Amap – Parc scientifique – Montpellier <http://amap.cirad.fr>

A noter : le stage s'effectuera en collaboration étroite avec différents laboratoires : le LIRMM pour la partie traitement d'images (équipe ICAR⁶), l'UMR 7209⁷ pour la partie collections de référence. Amap fournira l'encadrement informatique ainsi que des compétences de premiers niveaux en botanique et architecture végétale.

Conditions de stage :

Durée : 4 à 6 mois
Indemnités : environ 417 €/ mois.
Hébergement : à la charge de l'étudiant (<http://www.agropolis.fr/pratique/logement.html>)
Repas : accès cantine du CIRAD – 2,26€ repas

Pièces à fournir :

- 4 exemplaires originaux de convention-école, signée par l'intéressé et par son responsable de stage,
- photocopies de la carte de sécurité sociale, de la carte d'étudiant, de la carte d'identité,
- un RIB
- un CV

Contacts : Philippe BORIANNE tél. : 04 67 61 65 43
Umr Amap – équipe ADP fax : 04 67 61 56 68
e-mail : philippe.borianne@cirad.fr

Gérard SUBSOL tél. : 04 67 41 86 94
LIRMM – équipe ICAR e-mail : gerard.subsol@lirmm.fr

Alexa DUFRAISSE tél. : 01 40 79 32 96
Umr 7209 CNRS e-mail : dufraisse@mnhn.fr

Archeozoologie & archeobotanique
Muséum national d'Histoire naturelle

⁶ Pour plus d'informations, se reporter à <http://www.lirmm.fr/icar/>

⁷ Pour plus d'informations, se reporter à <http://www2.mnhn.fr/archeozoo-archeobota/>