

La microtomographie à rayons X à l'INRA de Clermont-Ferrand

Pour tout renseignement, contacter Eric BADEL (eric.badel@clermont.inra.fr)

La microtomographie par rayons X permet d'accéder à la vision interne d'un objet (composition, agencement, défauts, porosité) de manière non destructive; c'est-à-dire sans découpe de celui-ci. L'utilisation de cette technique connaît actuellement un essor considérable, en particulier en biologie.

Cette technique d'imagerie se base sur la propriété des rayons X à traverser la matière et à être absorbés en fonction de la nature et de la densité des constituants qu'ils rencontrent. Un scan tomographique consiste à enregistrer sous différents angles une série de radiographies numériques de l'échantillon analysé. Après une opération dite de "reconstruction", ces données permettent la visualisation 3D, véritable cartographie de la variation d'atténuation des rayons X à travers l'objet.

Dès lors, la structure interne de l'objet peut être décortiquée qualitativement et quantitativement :

- mesures dimensionnelles dans les 3 dimensions de l'espace
- distribution spatiale des différentes phases d'un matériau hétérogène.
- caractérisation de porosités (connexité, etc)

Les caractéristiques du Nanotom installé à l'INRA de Clermont Ferrand permettent de couvrir des échantillons allant du sub-millimétriques à la dizaine de centimètres avec des résolutions spatiales variant de 1 à 50 microns. Le dispositif est constitué d'un microtomographe modèle «Nanotom » de la compagnie Phoenix GE et d'un ensemble de 6 stations de travail permettant l'acquisition et le traitement des images 2D et 3D.



a) Dispositif de microtomographie à rayons X installé a l'INRA de Clermont-Ferrand et b) vue de la chambre.

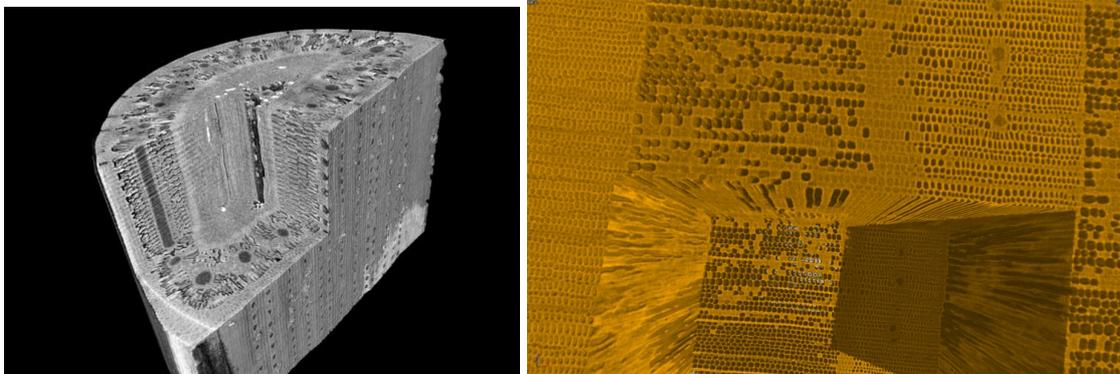
Quelques caractéristiques du microtomographe « Nanotom » installé à l'INRA-Clermont-Ferrand (site de Crouel):

- Une source de rayons X nano-foyer Phoenix GE (160kV, 15W, 0,9 μ m) équipée de cibles interchangeable (Tungstène ou Molybdène) permettant de traverser des objets de forte densité (métaux, roches, etc) et ajustable pour le scan d'échantillons de faible densité comme les objets d'origine biologiques.

- Un imageur (2000 x 2000 pixels) Hamamatsu de 50µm de résolution spatiale. Possibilité de créer un imageur virtuel pour augmenter le champ d'observation.
- Reconstruction des images sur un cluster de 4 stations (32 Go RAM) : volumes de 1000³ voxels reconstruits en quelques minutes
- Résolution spatiale de 0,9µm à 50 µm.
- Taille d'échantillon maximale : 80 mm.
- durée des scans : de quelques minutes à l'heure.
- des outils logiciels de traitement et visualisation d'images 2D et 3D tels que VGStudio, ImageJ, Matlab.

Le PIAF a développé une compétence particulière sur l'observation des objets biologiques et en particulier sur les plantes.

Quelques exemples d'observations réalisées : architecture hydraulique et embolie de branches, de tiges d'arbres, de feuilles, d'aiguilles, suivi de croissance de sac d'amidon dans grain de blé, grain de maïs, caractérisation de circuit microfluidique biomimétique, structure d'os de souris.



a) Structure d'une aiguille de pin et b) distribution spatiale de l'embolie estivale au sein d'un accroissement annuel de bois de Douglas

Références :

Cochard H., Delzon S. and Badel E., 2014. X-ray microtomography (micro-CT): a reference technology for high-resolution quantification of xylem embolism in trees. PCE. doi: 10.1111/pce.12391

Torres-Ruiz J.M., Cochard H., Mayr S., Beikircher B., Diaz-Espejo A., Rodriguez-Dominguez C.M., Badel E., Fernández J.E., 2014. Vulnerability to cavitation in *Olea europaea* current-year shoots: more support to the open-vessel artefact with centrifuge and air-injection techniques. *Physiol Plantarum* doi: 10.1111/ppl.12185

Charra-Vaskou K., Badel E., Burrett R., Cochard H., Delzon D., Mayr S., 2012. Hydraulic efficiency and safety of vascular and non-vascular components in *Pinus pinaster* leaves. *Tree Physiol*, 32 (9): 1161-1170