



HAL
open science

La microtomographie par rayons X : Principes, exemples

Eric Badel, Christine Girusse

► **To cite this version:**

Eric Badel, Christine Girusse. La microtomographie par rayons X : Principes, exemples. 1. Journée des microscopistes, Oct 2011, Clermont-Ferrand, France. 20 p. hal-00964322

HAL Id: hal-00964322

<https://hal.science/hal-00964322>

Submitted on 5 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

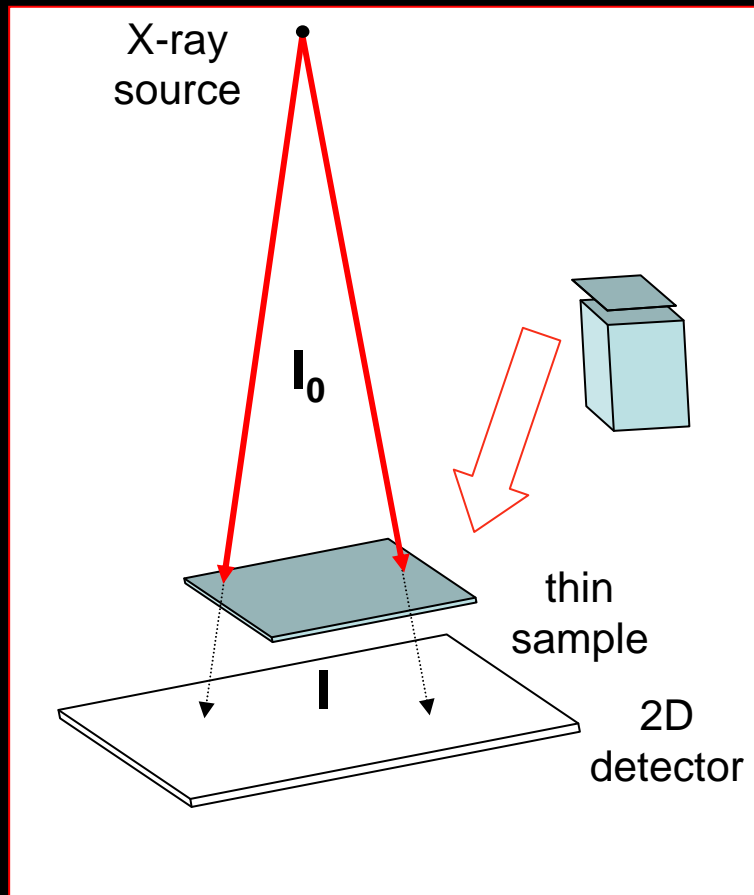
La microtomographie par rayons X

Principes, exemples

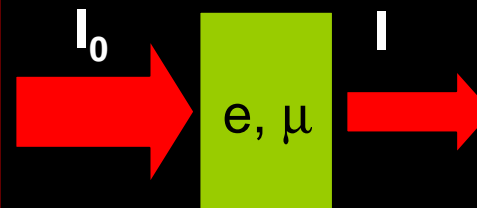
Eric BADEL ¹ et Christine GIROUSSE ²

¹ UMR PIAF, INRA-UBP 234 av du Brezet, Clermont Ferrand

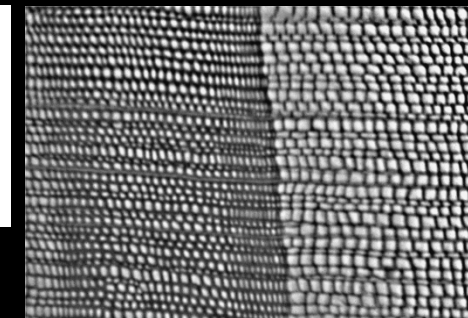
² UMR GDEC, INRA-UBP 234 av du Brezet, Clermont Ferrand



Röntgen 1895



$$\ln\left(\frac{I}{I_0}\right) = -\mu e$$

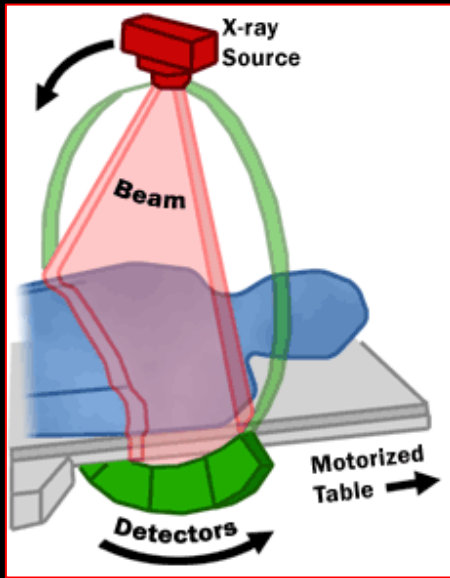


— 100 μm

- Absorption fonction de :
- composition atomique
 - densité
 - énergie du rayonnement

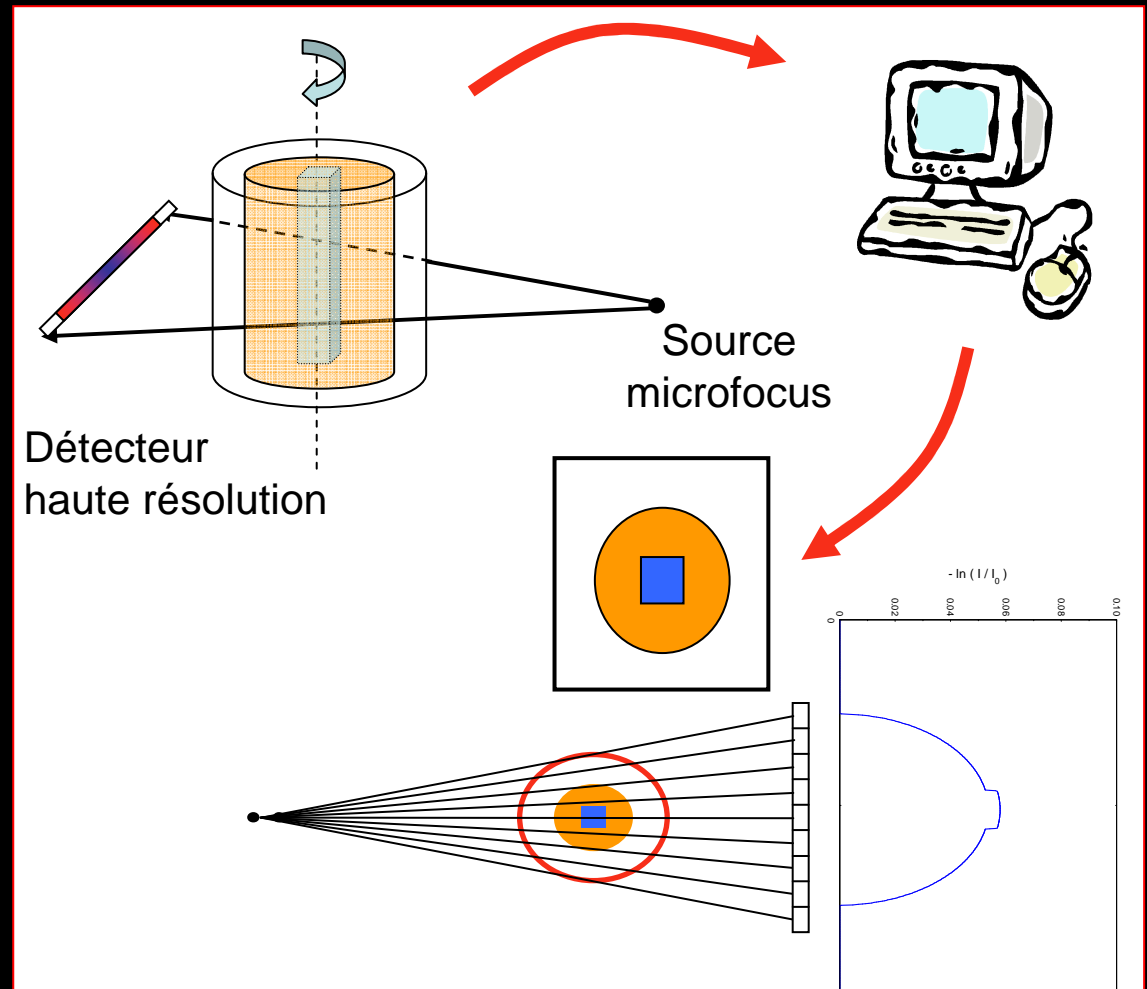
Mesure intégrale dans l'épaisseur, limitée en terme de résolution, destructive,

Scanner médical
(submillimétrique)



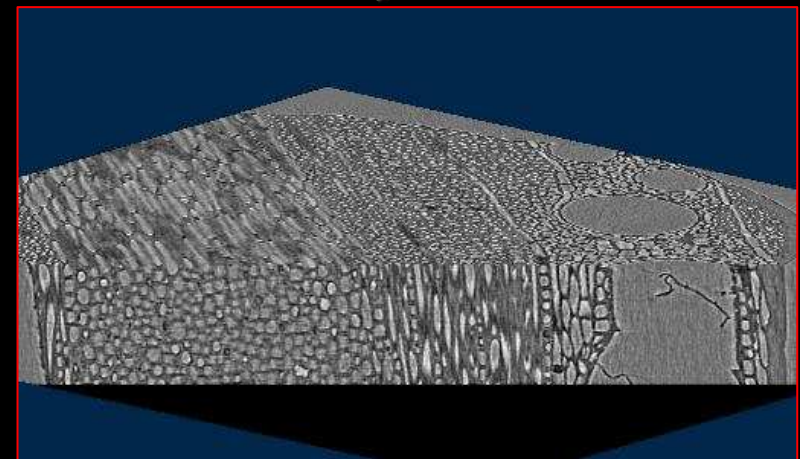
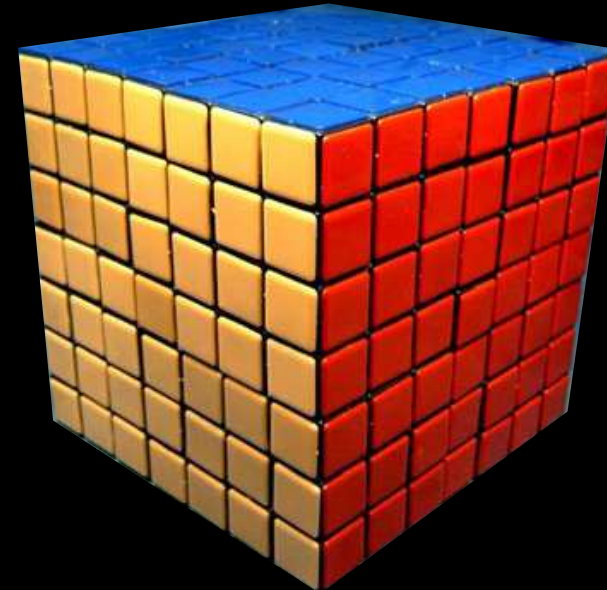
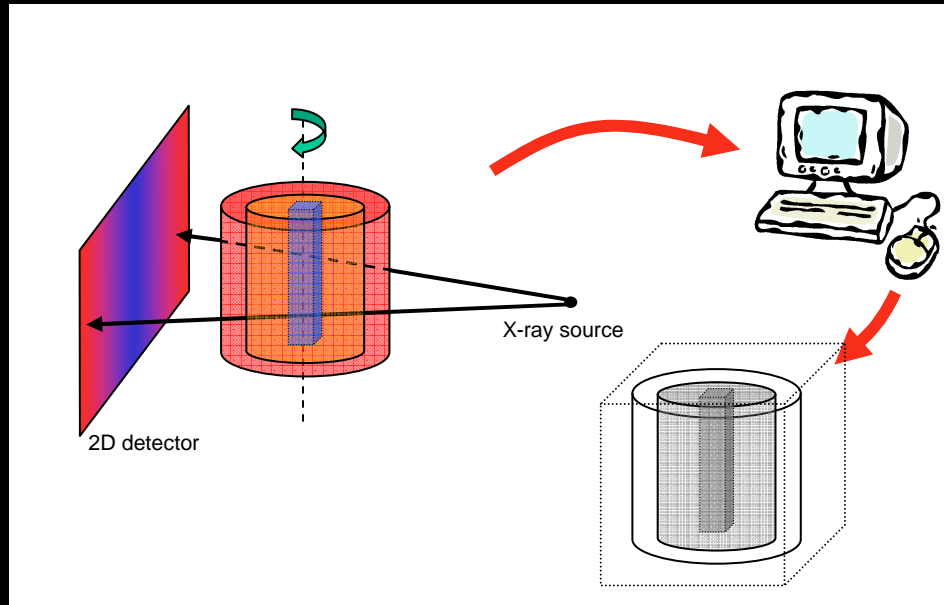
tomé : coupe

Microtomographie 2D
micrométrique



Supreme Council of Antiquities

non-destructif



1000 à 2000 images en 32 bits

Nécessité d'informatique lourde (clusters de calcul et stockage)



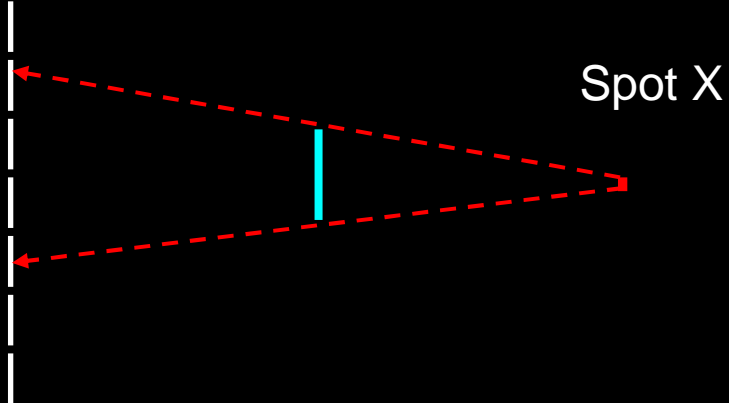
paillasse

laboratoire

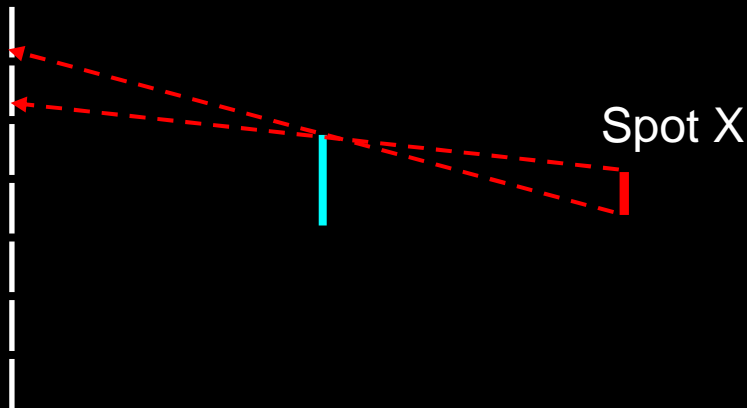
synchrotron

Résolution spatiale	5-10 microns	1 micron	0.3 micron
Taille d'objet maxi	4-5 cm	10 cm	1 mm
Taille des fichiers	16 Go	32 Go	64 Go ou plus
Temps d'acquisition	De quelques minutes à l'heure	De quelques minutes à l'heure	De la seconde à quelques minutes

détecteur



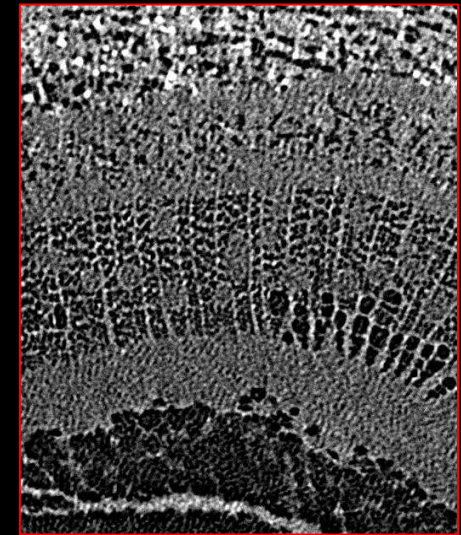
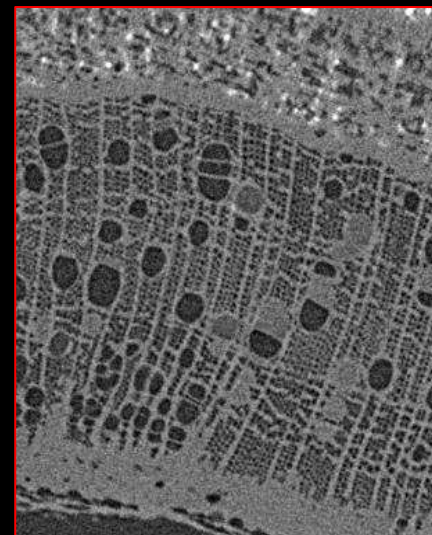
$$\text{résolution pixel} = \frac{\text{résolution détecteur}}{G}$$



$$\text{flou pixel} = \text{diamètre du spot} \times G$$

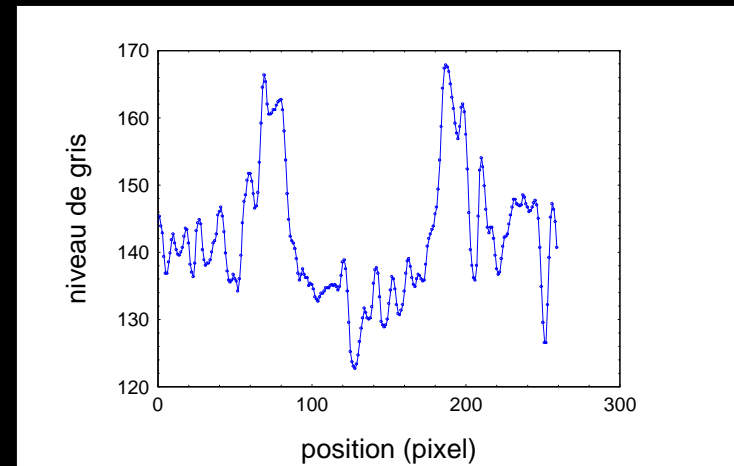
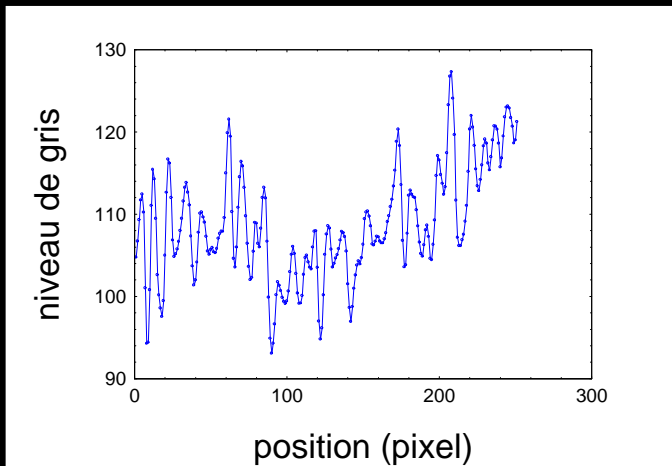
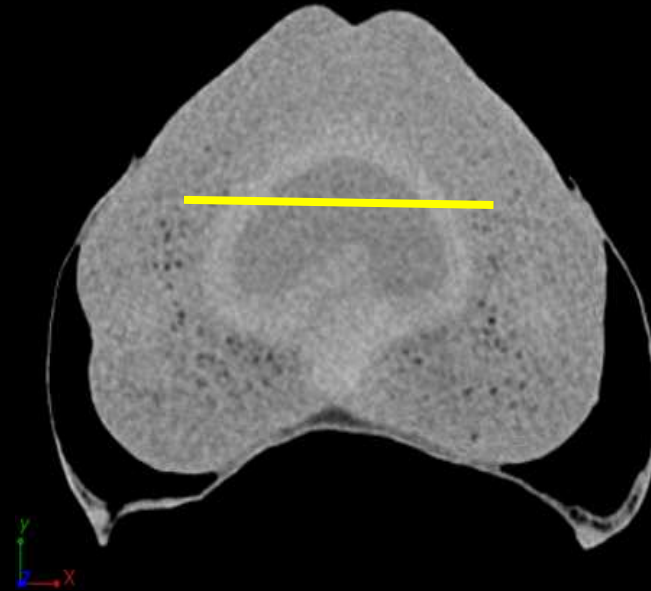
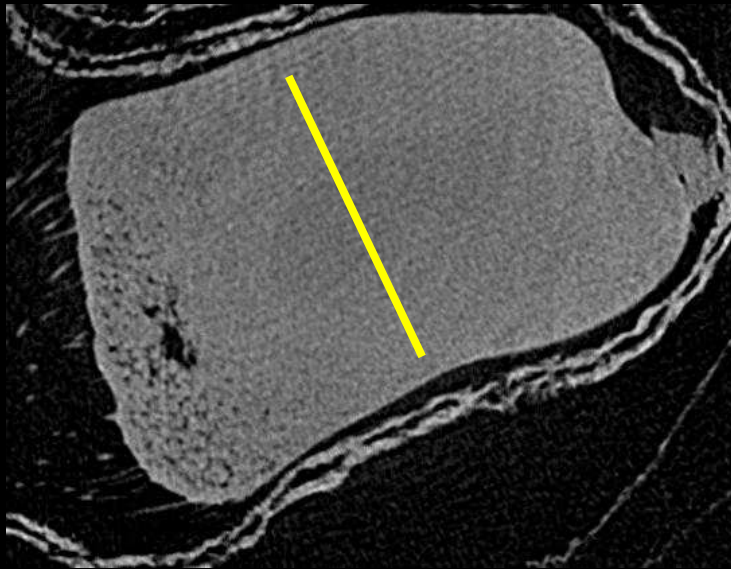
Attention aux résolutions affichées par les constructeurs ! La résolution théorique n'est jamais atteinte.

Les choix de détecteur et de source sont donc primordiaux.



Même résolution pixel théorique !!

Young Wheat Seed grid coordinate system
1.5115 mm



- La balance résolution spatiale - champ d'observation
- La balance résolution spatiale – rapport signal / bruit
- La balance résolution spatiale et quantitative – temps d'acquisition
- Le champ d'observation maxi
- Le rayonnement ionisant (ionise, chauffe, etc)
- la stabilité de l'échantillon durant l'acquisition (ex : le retrait hydrique des échantillons)



10 mm

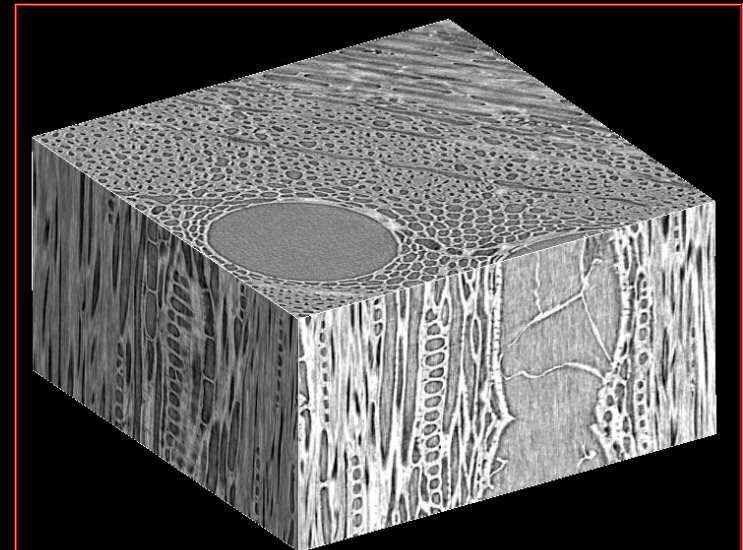
voxel: 30 μm

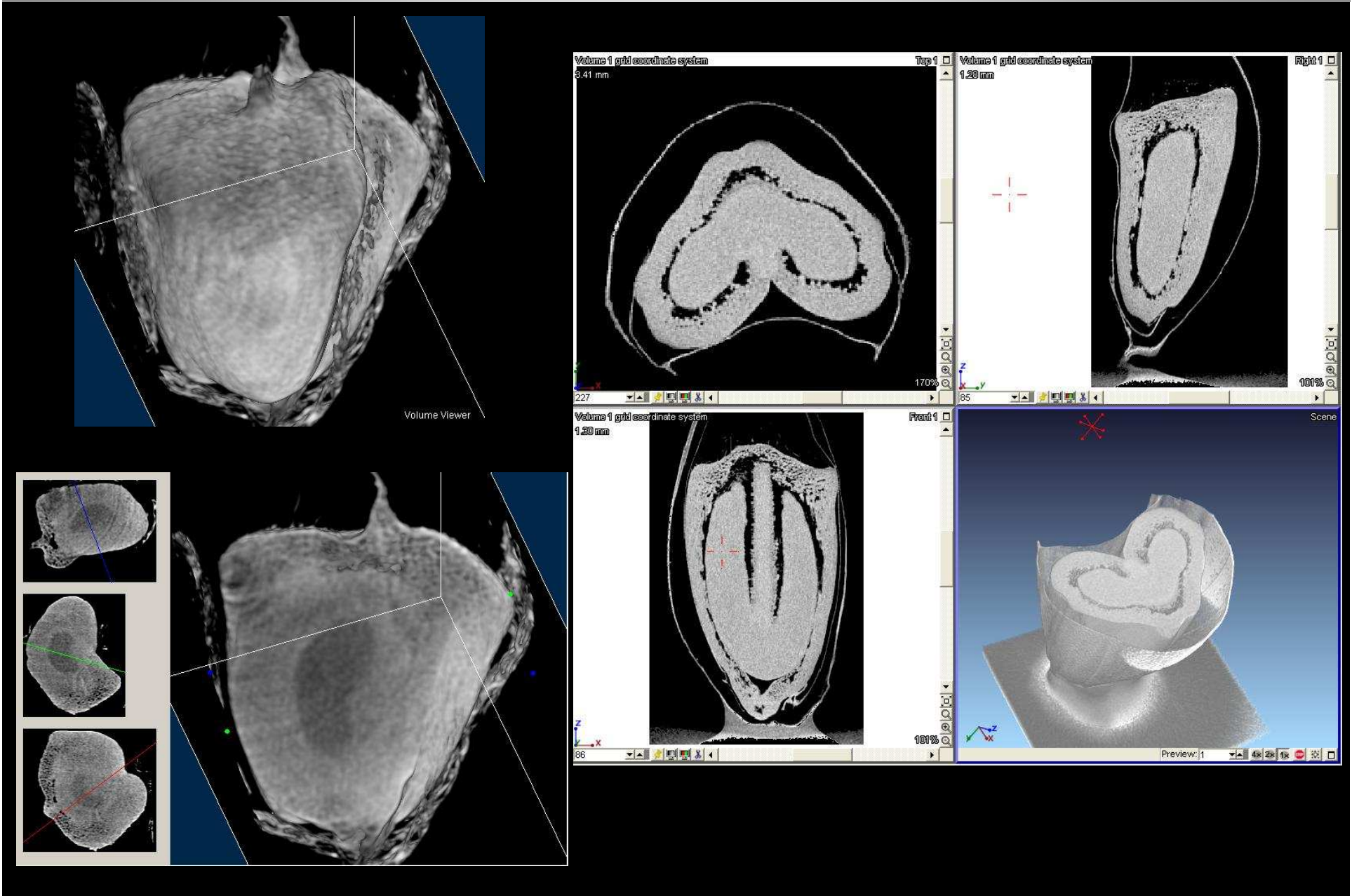
Échantillon
60 mm

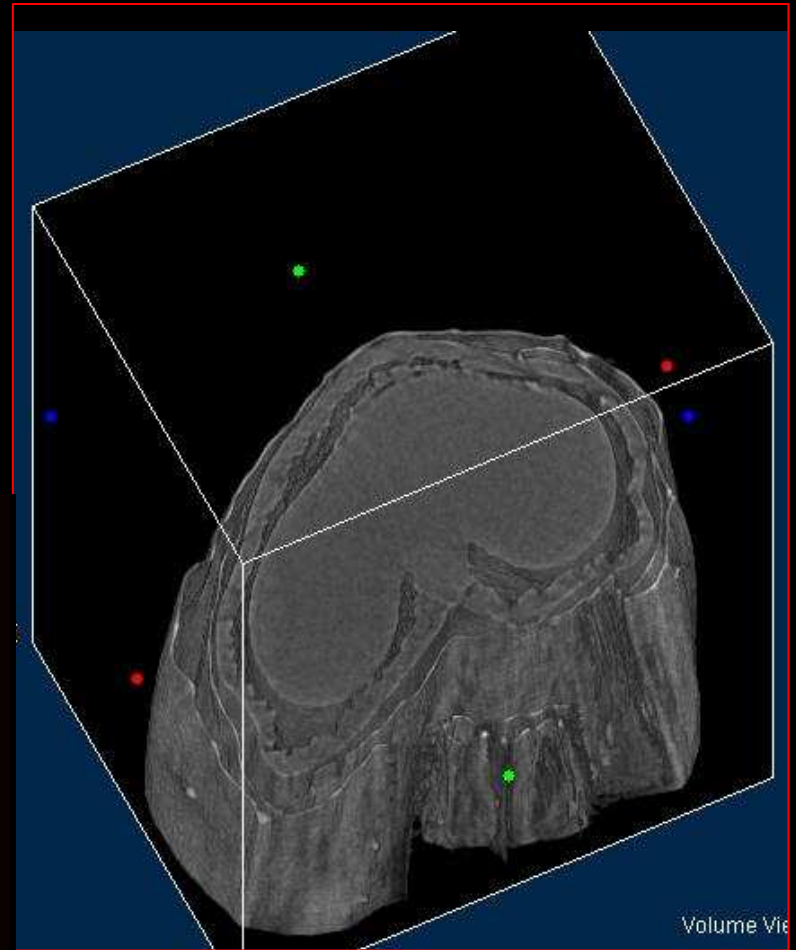
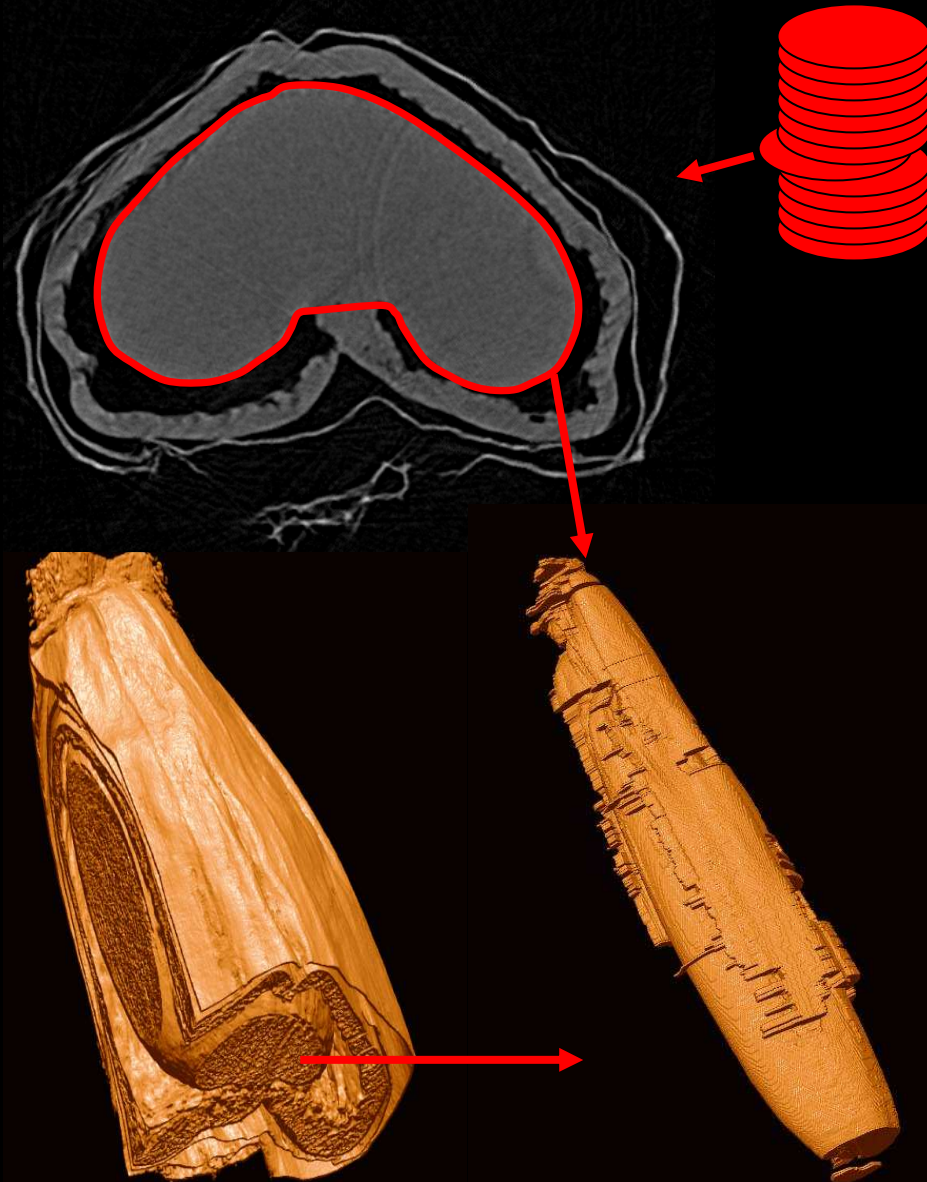
100 μm

voxel: 0.8 μm

Échantillon
2 mm



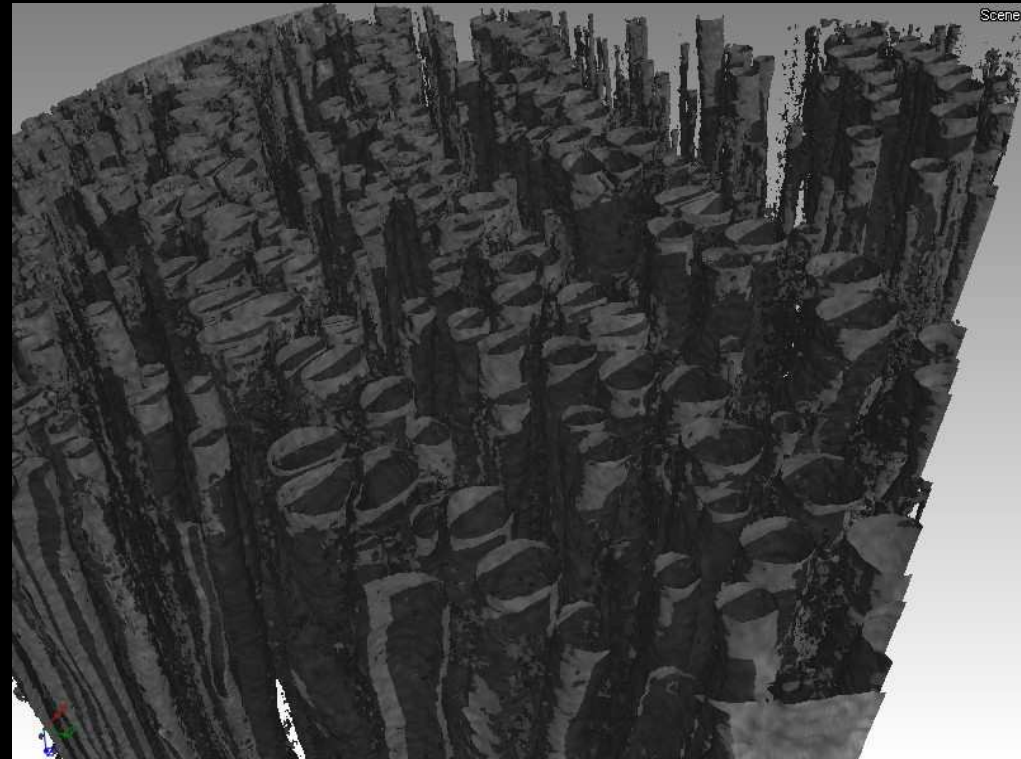
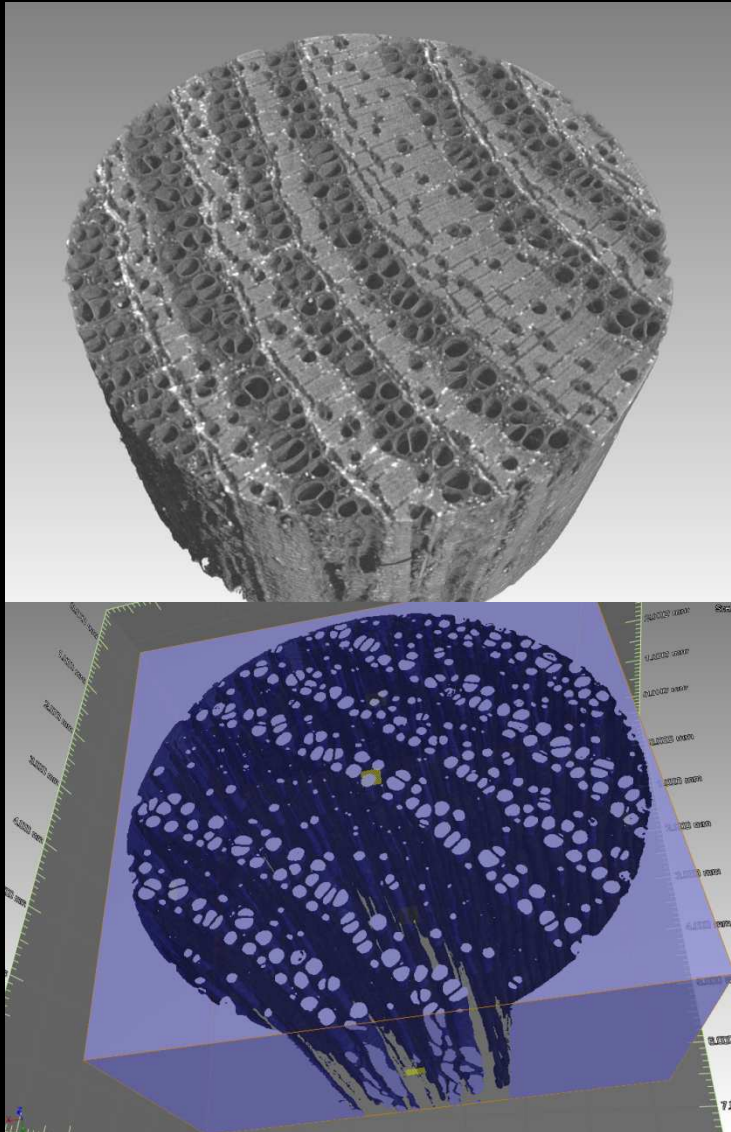




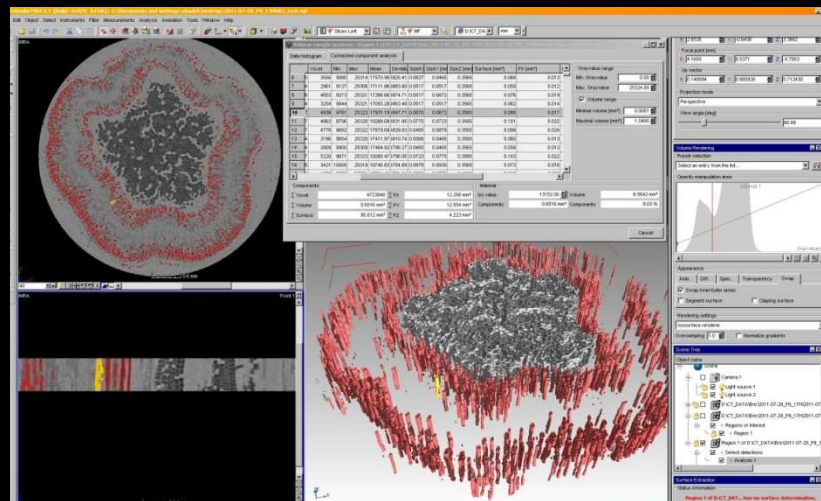
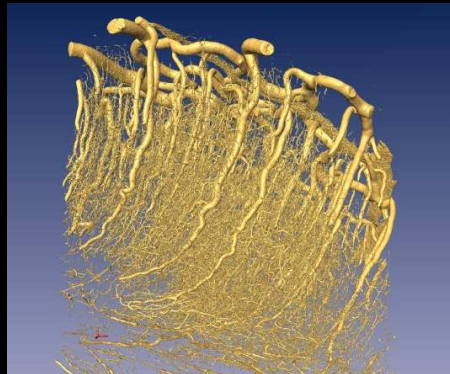
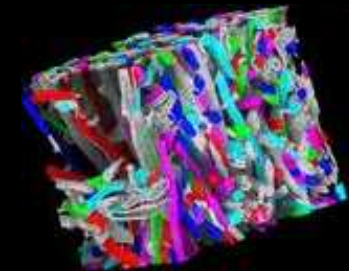
volume 3D reconstruit

Mesures de forme, dimensions

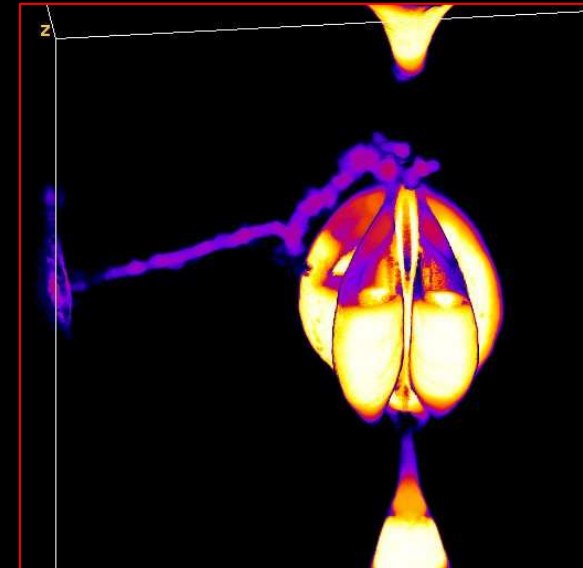
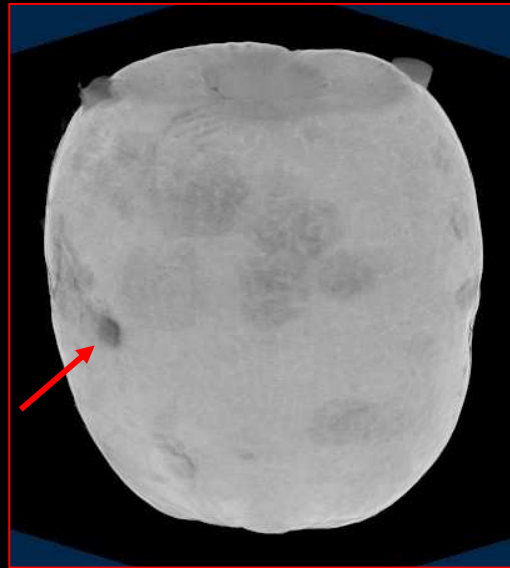
Caractérisation de l'architecture vasculaire d'un robinier



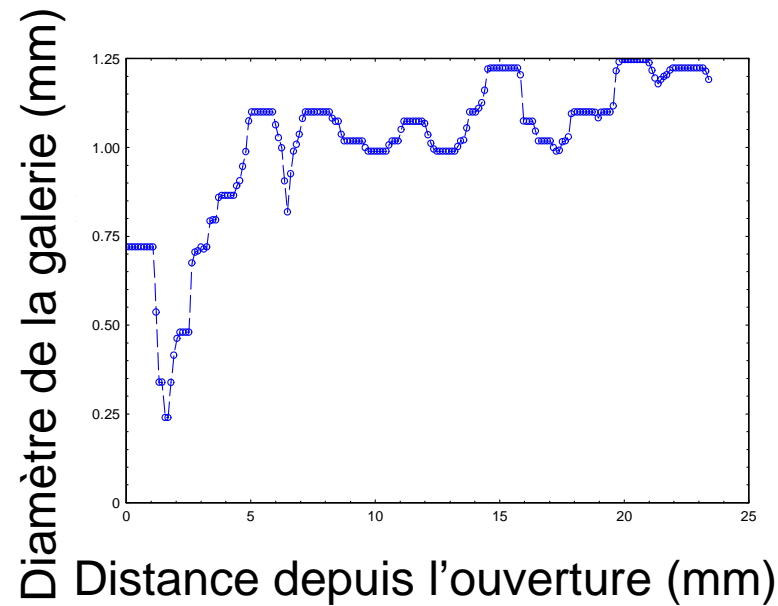
- C'est du vrai 3D !
- Tous les outils d'analyse d'image doivent être adaptés. Gros volumes de données à traiter
- Traitement 3D \neq traitement 2D x N coupes

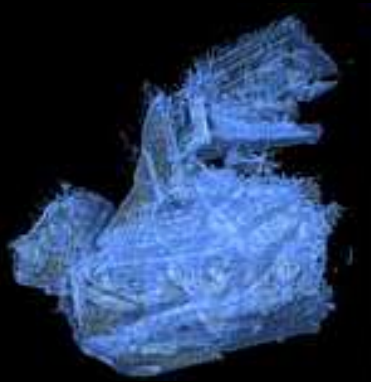


- Logiciels spécifiques :
 - Visualisation VGStudio, Slicer, Matlab,....
 - Analyse d'image: ImageJ, Fiji, Aphelion, Visilog....
- Hardware adapté : gestion de fichiers de plusieurs Go

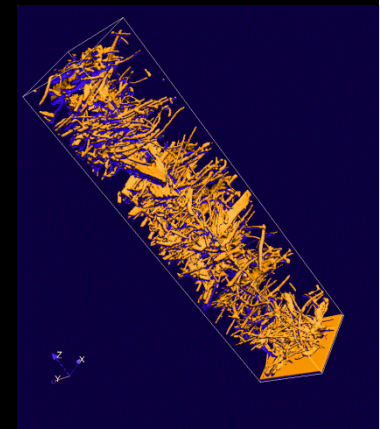
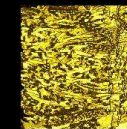
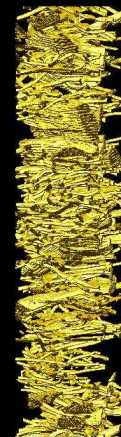


Evolution du diamètre de la galerie d'un ravageur



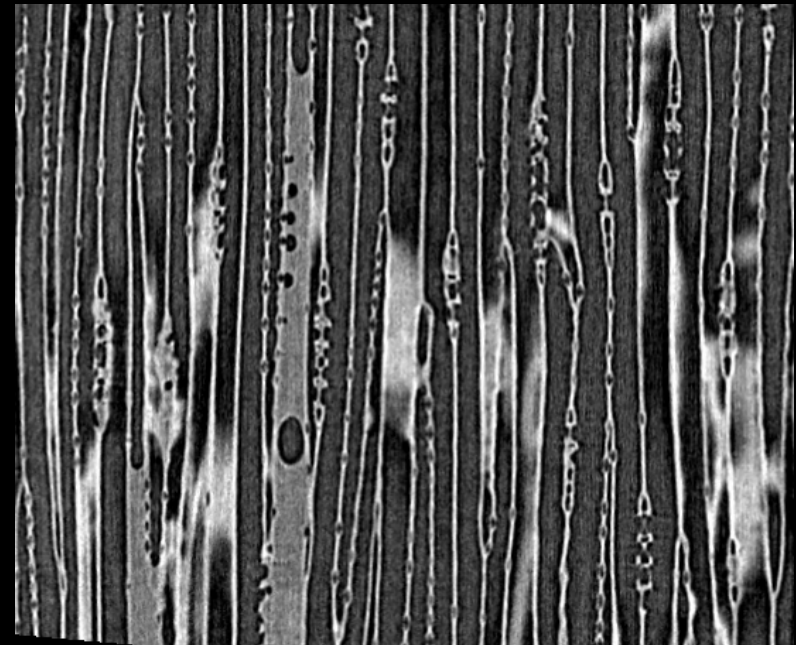
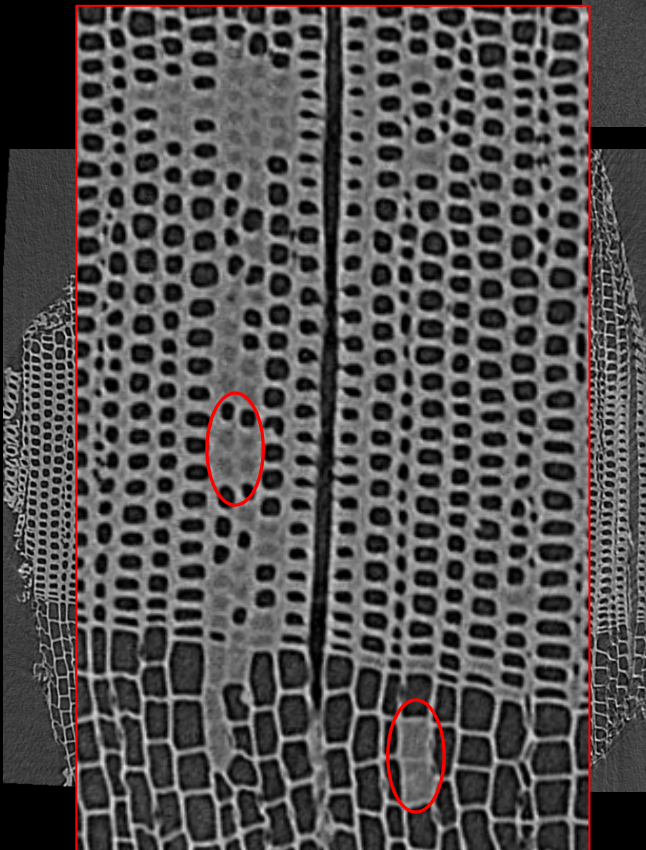
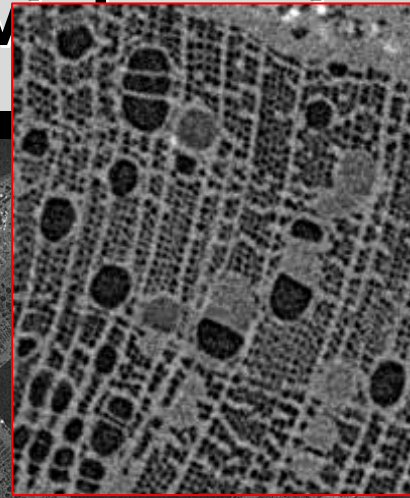
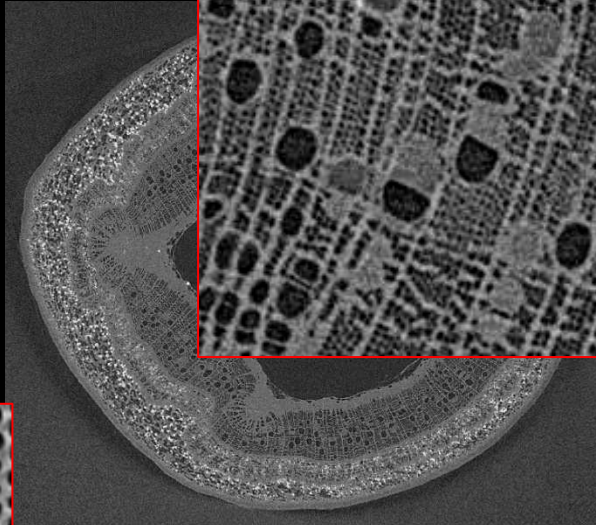


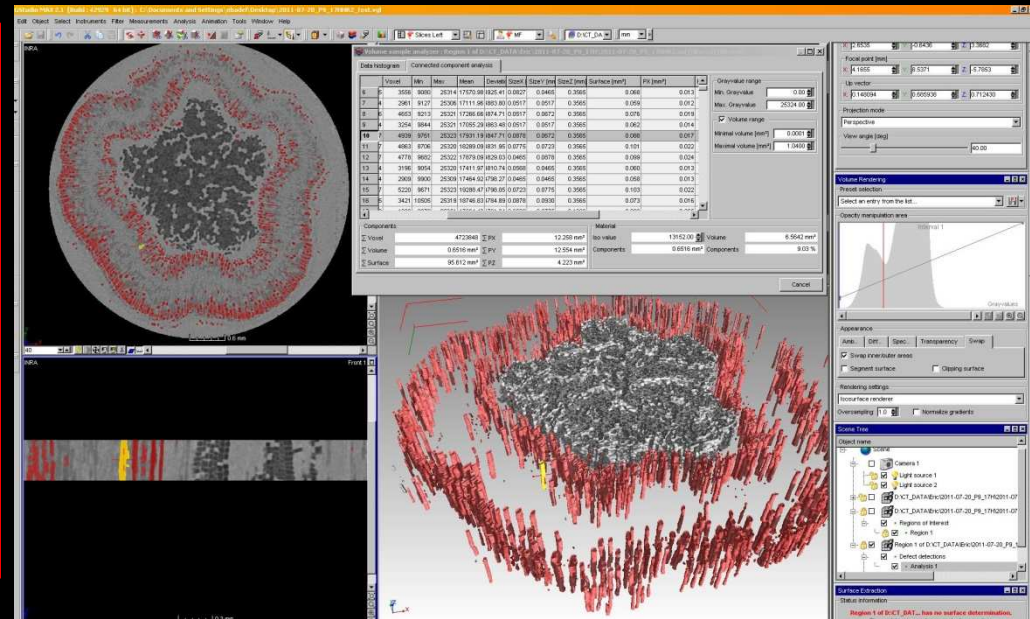
Essais mécanique de compression - traction



Platine de contrôle de la température

Observation in situ de l'embolie dans les arbres



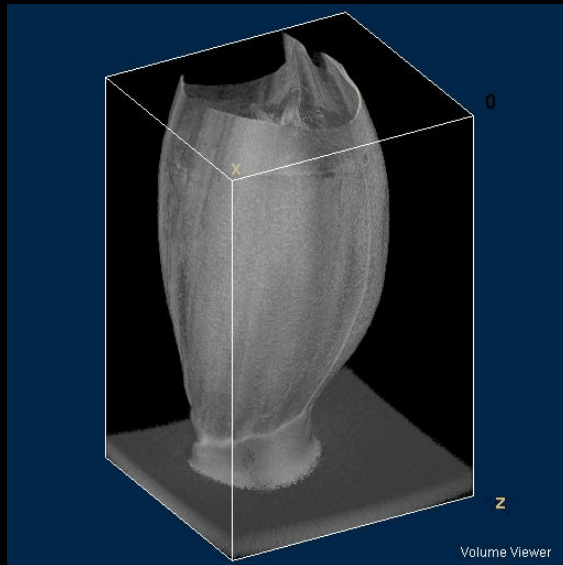


Résolution spatiale	40 microns - < 1 micron
Taille d'objet maxi	5 cm
Taille des fichiers	1 Go – 32 Go
Energie	8-160 kV
Temps d'acquisition	De quelques minutes à l'heure

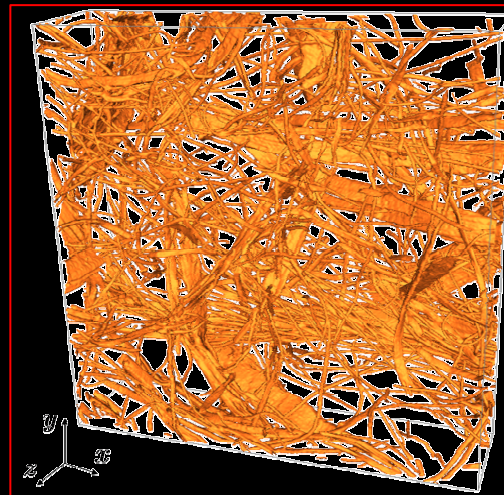


**Acquisition en Décembre 2010
(financement INRA – Région)
Pas une plateforme !**

- Dispositifs initialement conçus pour l'étude des matériaux. Balbutiements sur le végétal : faible absorption, pb de la saturation en eau, des variations dimensionnelles pendant l'acquisition, etc...
- Beaucoup de méthodologies à mettre au point pour les sciences du vivant
- Outil complémentaire de l'IRM
- Différents types d'appareils : ex « in vivo » pour le petit animal (très rapide mais résolutions médiocres)



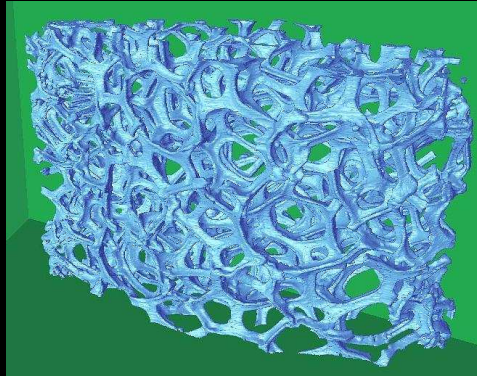
Grain de blé



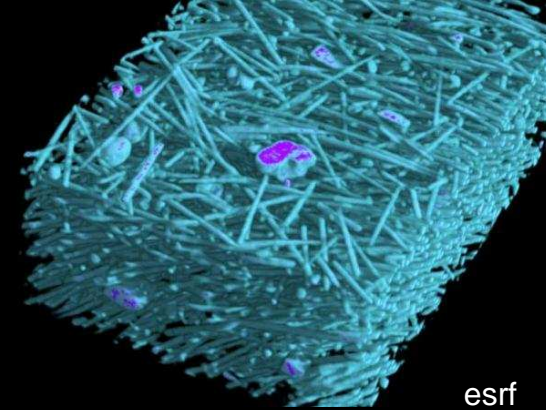
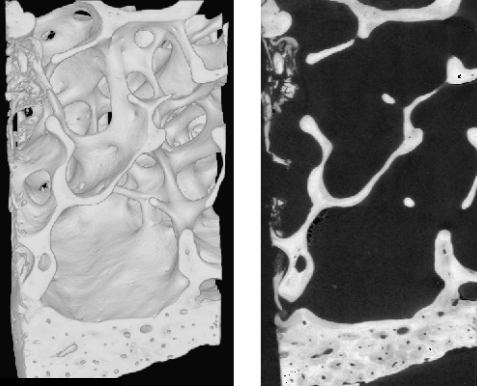
Panneau de fibres végétales



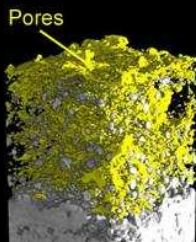
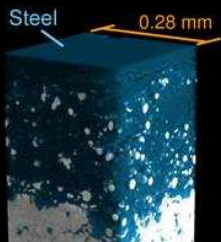
Syrphidae



esrf

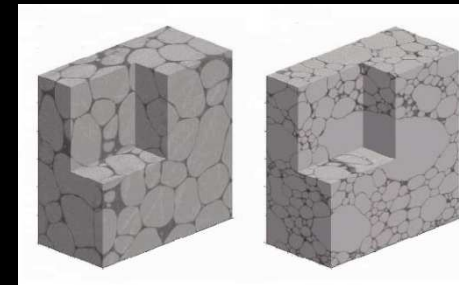


esrf

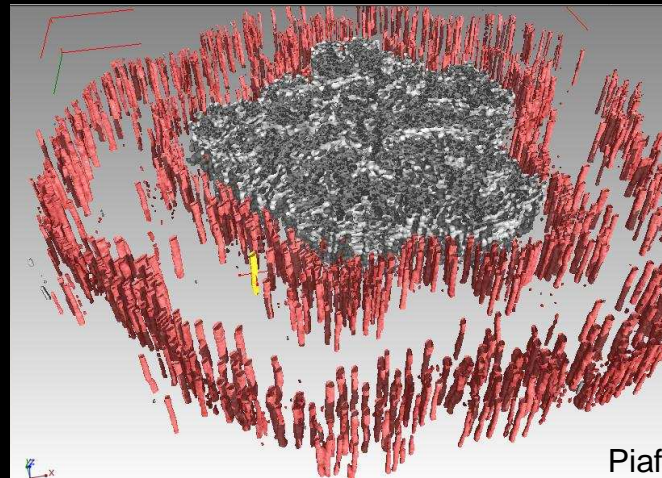
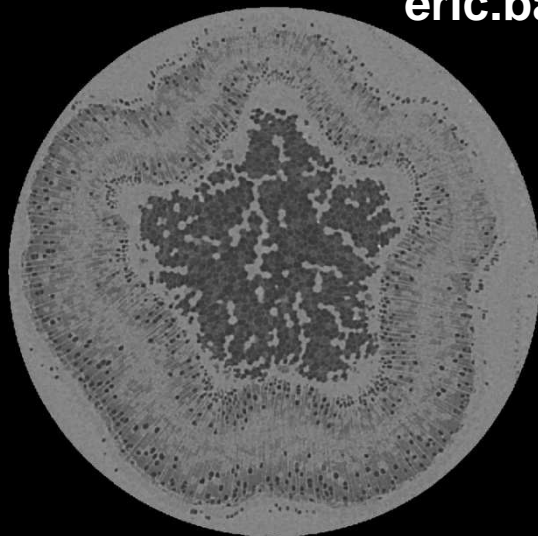


Merci

eric.badel@clermont.inra.fr



esrf



Piaf

