

# VITIMAGE

## Nouvelles techniques d'imagerie pour l'étude et le suivi non-destructif de la dégradation du bois par les champignons pathogènes



**Cédric Moisy**

IFV, UMT **GenoVigne**  
2, place Pierre Viala, 34060 Montpellier  
[cedric.moisy@vignevin.com](mailto:cedric.moisy@vignevin.com)

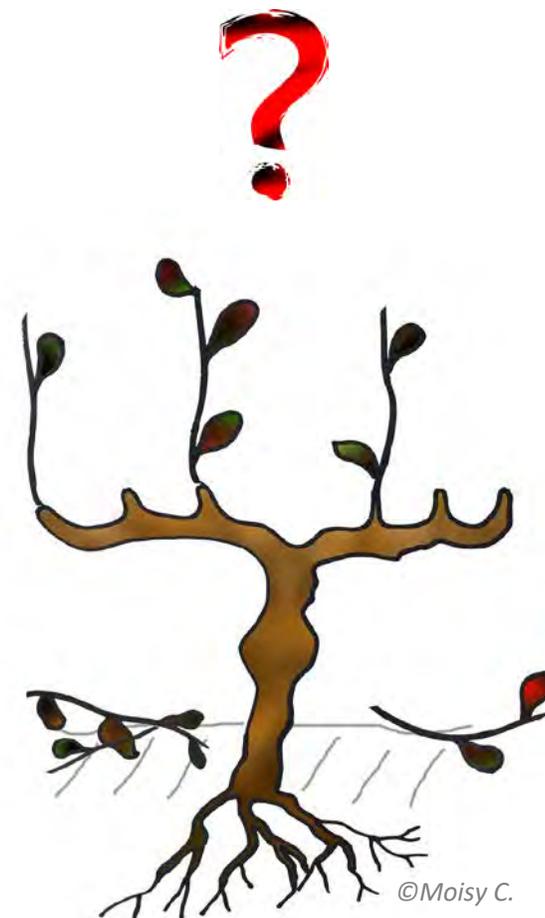
*Pour Atelier Scientifique, Forum Rhône-Provence  
Le 18 octobre 2019, à Châteauneuf-de-Gadagne*

**De nos jours,  
les viticulteurs font face  
à d'importants problèmes liés  
aux maladies du bois**

**Env. 13% du vignoble touché :**

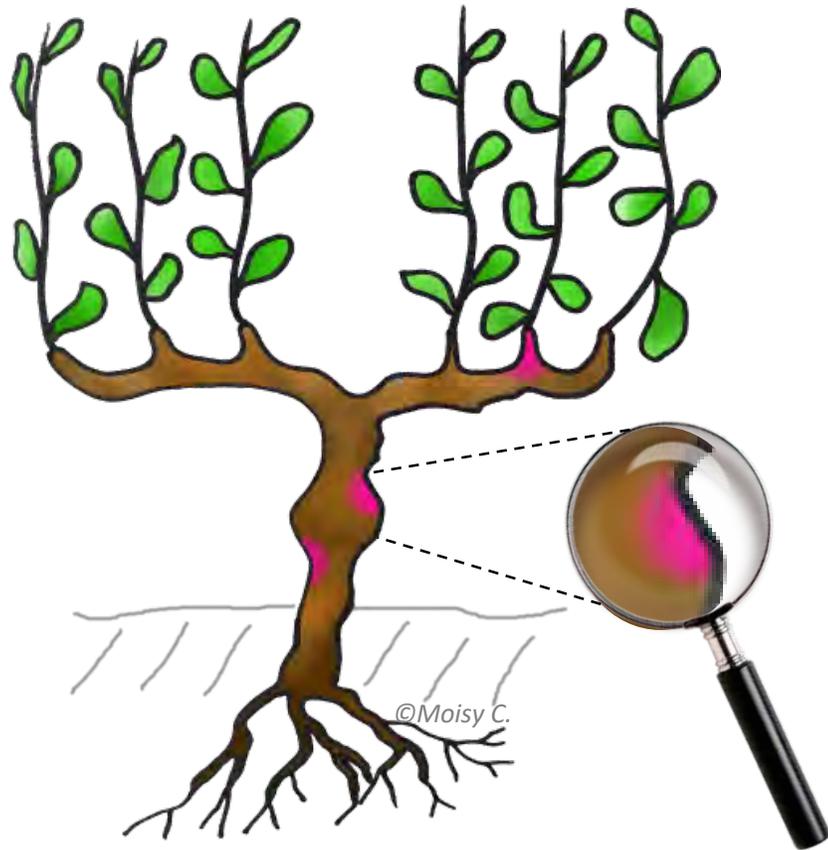
- **Baisse de rendement,**
- **Mortalité des ceps,**
- **Coûts de remplacement importants,**

**= Pertes estimées autour de 2 Mds € par an pour la filière !**



©Moisy C.

**Existe-t-il de nouvelles méthodes  
pour la détecter et étudier des MDB ?**



**Tester les approches  
d'imagerie non-destructives**



INDUSTRIE

ALIMENTATION

ARMÉE

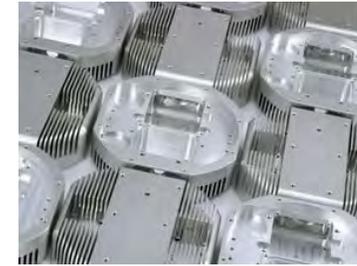
MÉDECINE

POMPIER...

Détection d'incendie

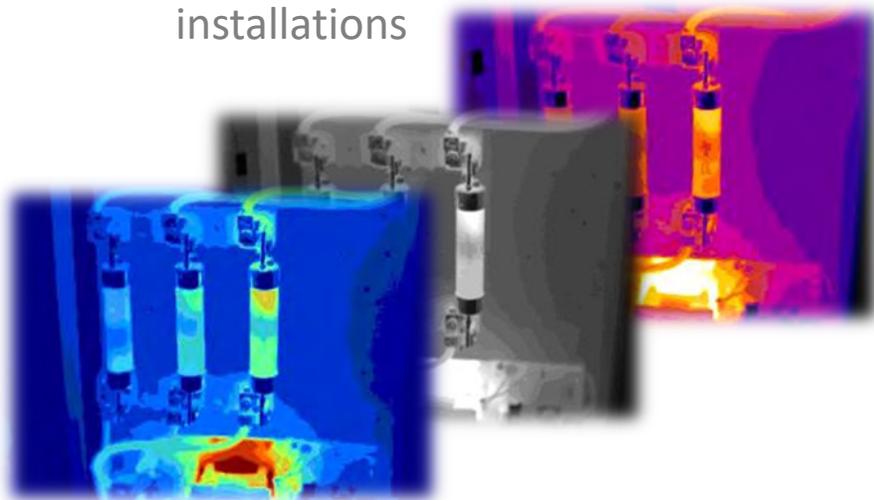


Fiabilité et qualité des matériaux

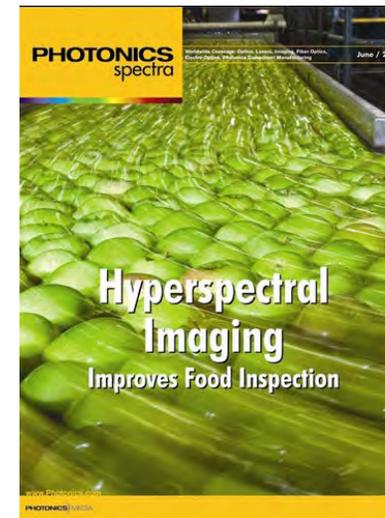


Inspection de documents

Inspection des installations



Automatisation production



Contrôle qualité

Diagnostic médical

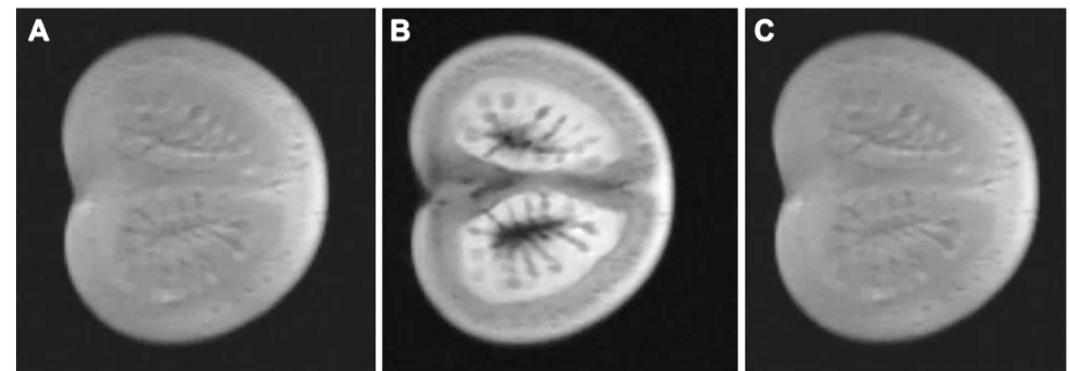


ALIMENTATION

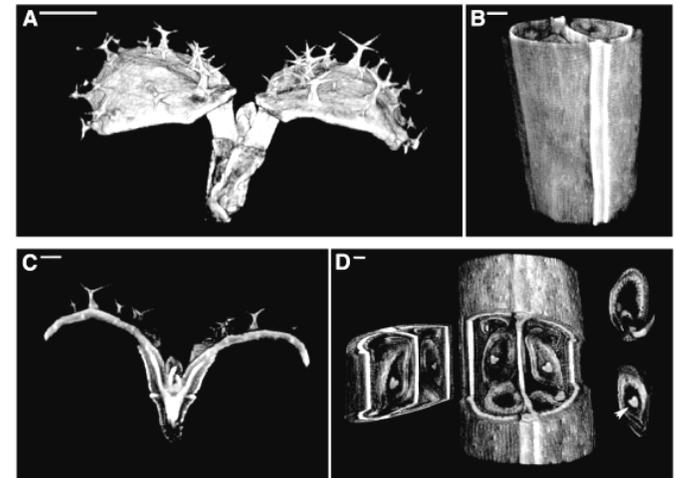
QUALITÉ

RENDEMENT

SÉLECTION



IRM qualité tomate - Li et al. FSFS (2016)

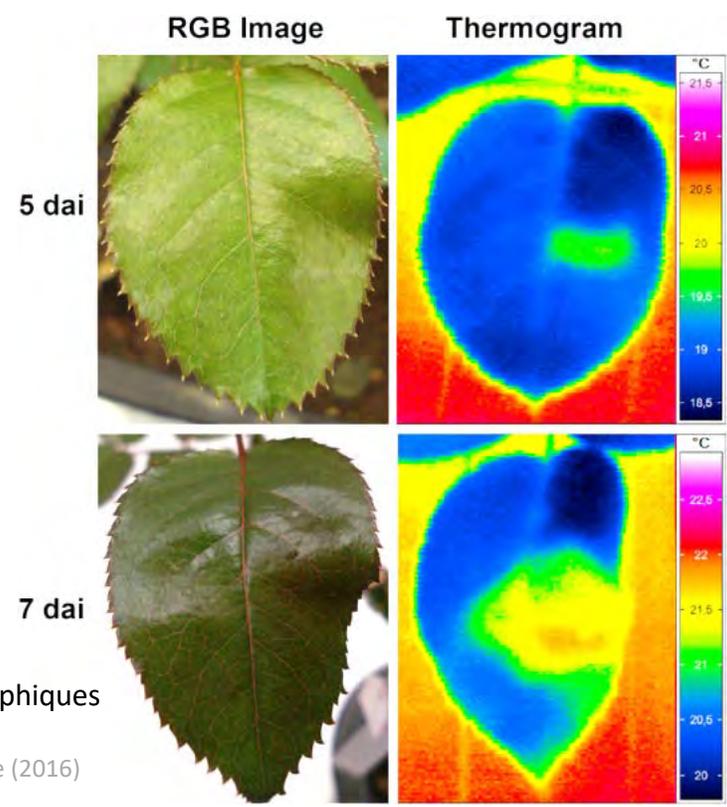


Tomographie: Feuilles et silique *A.thaliana*  
Ehrhardt et al. Plant Cell (2012)

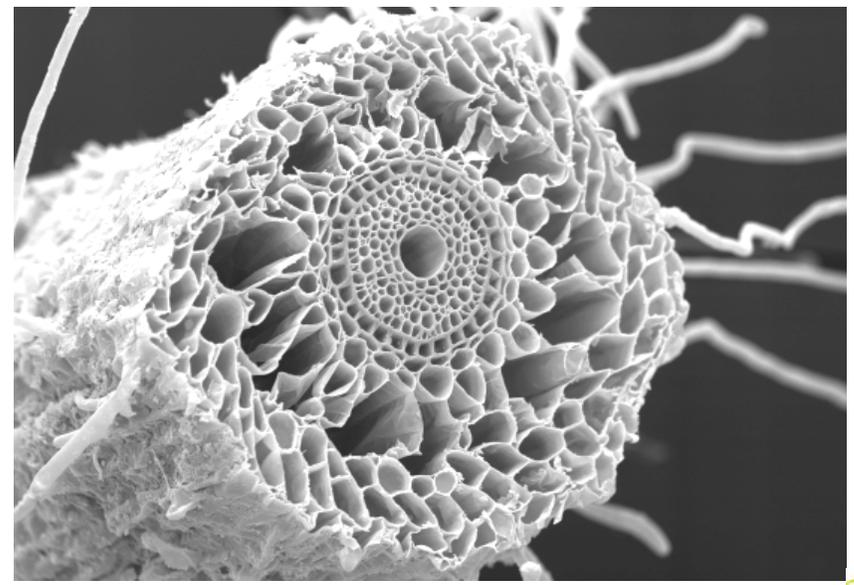
ANATOMIE

PHYSIOLOGIE

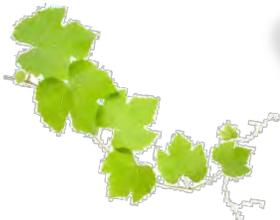
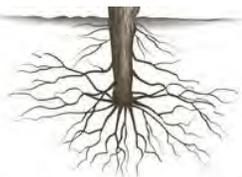
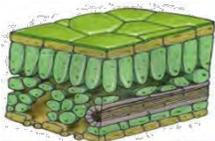
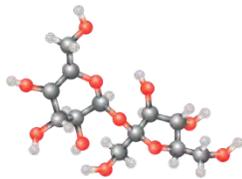
DÉTECTION DE PATHOGÈNES



Images thermographiques mildiou / rose  
Malhein. Plant Disease (2016)  
(crédit: S. Gomez)



Microscope SEM racines (crédit B. Ahmed)



## IMAGERIE NON-DESTRUCTIVE

Très utilisées en médecine... car ne tuent pas le patient!

**Non destructif :**

- Permet de répéter les mesures
- Suivi dynamique
- Milieu naturel ou contrôlé
- Etude anatomique et fonctionnelle



toonclips.com #9872 service@toonclips.com

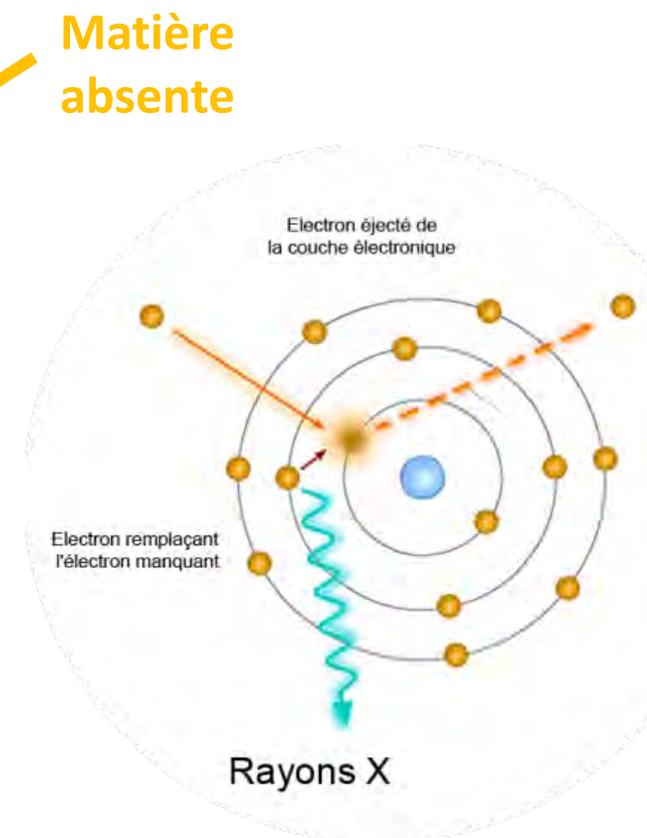
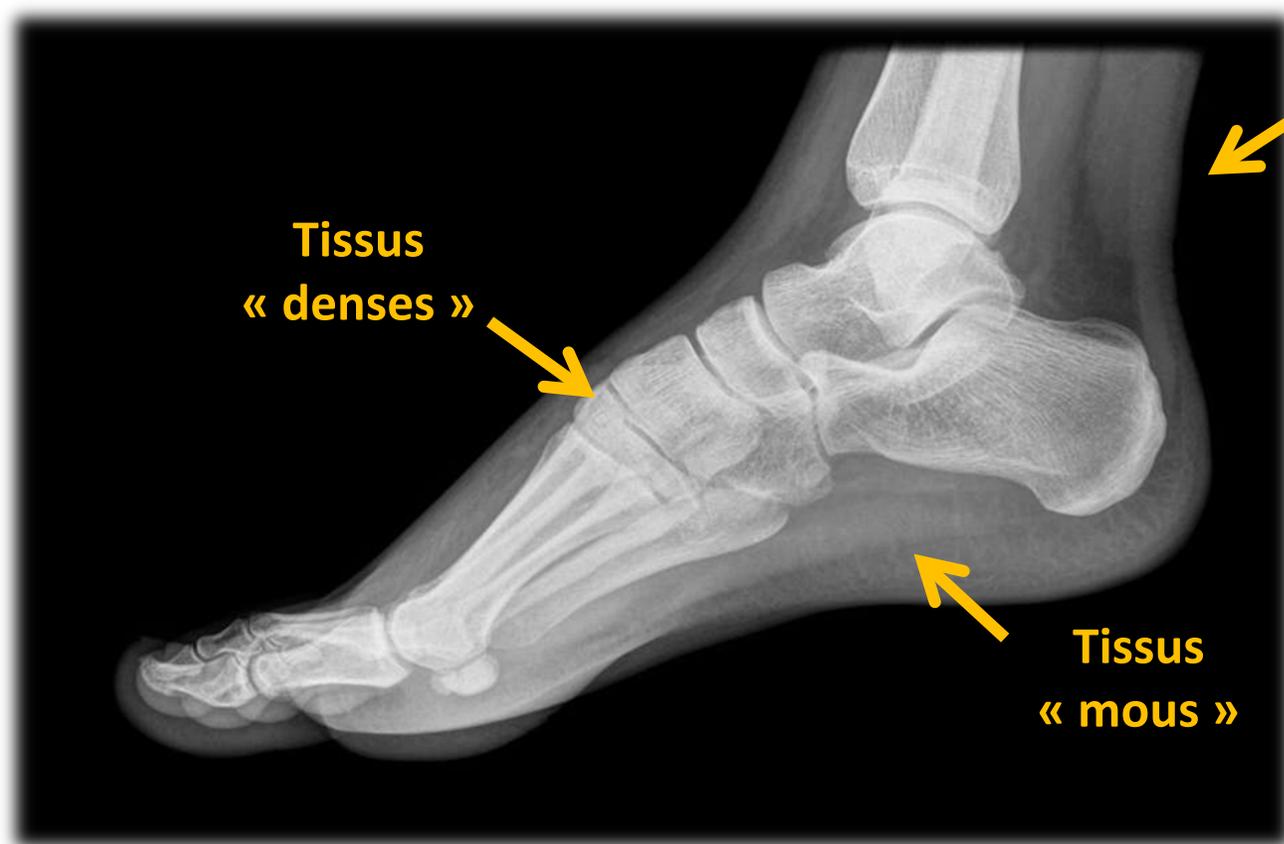
### FOCUS

*La radiographie à Rayons X*

*La tomographie à Rayons X*

*L'imagerie par Résonance Magnétique (IRM)*

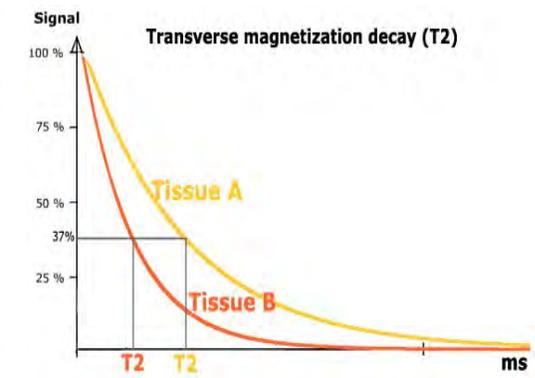
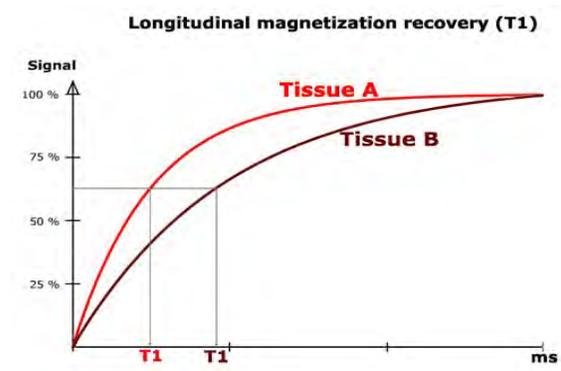
## Radiographie / Tomographie à Rayons X = DENSITÉ



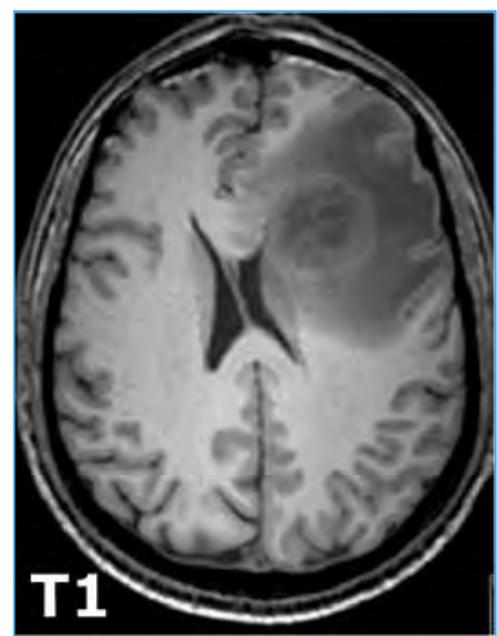
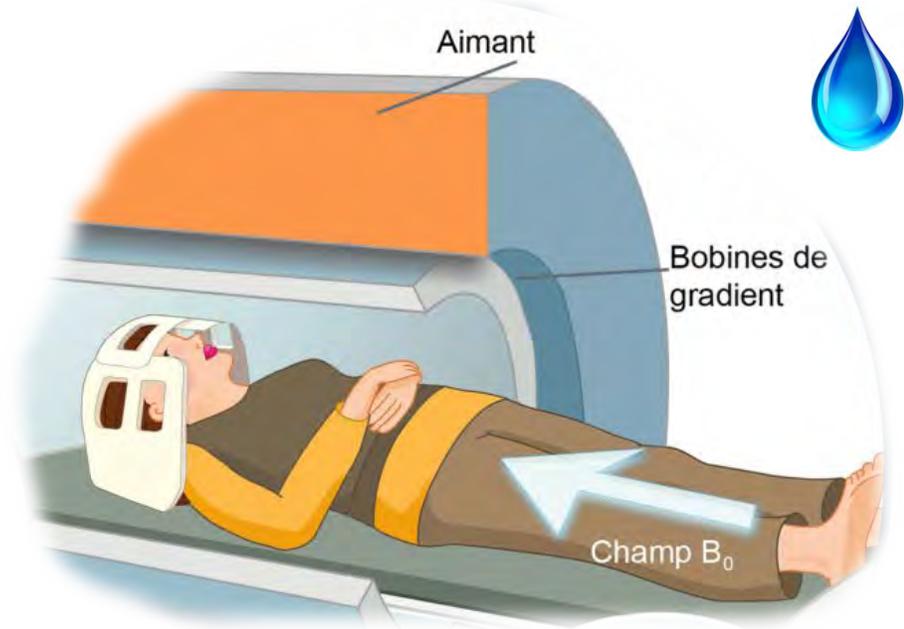
Les rayons X traversent les tissus de manière plus ou moins importante selon leur densité.

*(ex: permet de différencier les os des muscles)*

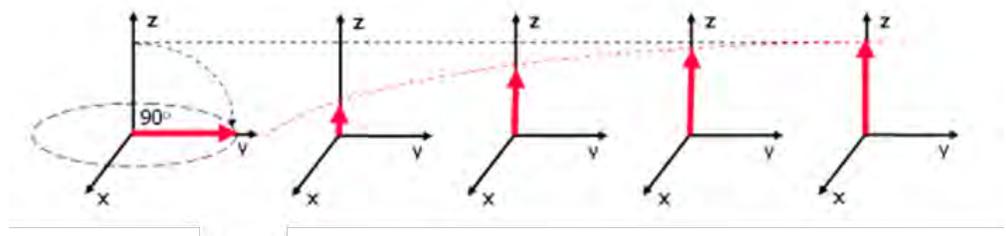
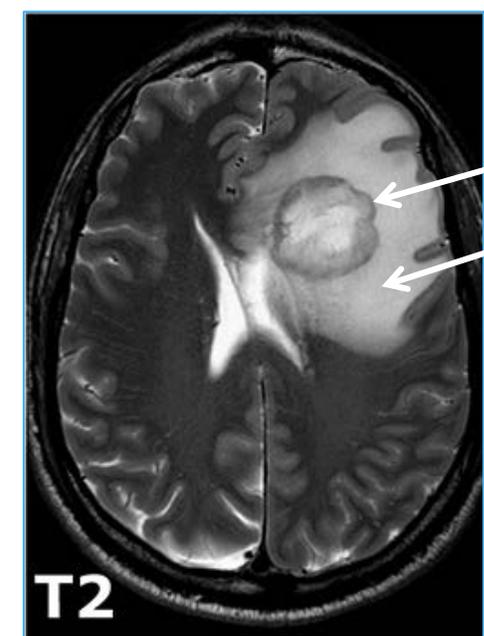
## L'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM) = EAU



@IMAIOS 2018



Annelies van der Plas ([www.startradiology.com](http://www.startradiology.com))



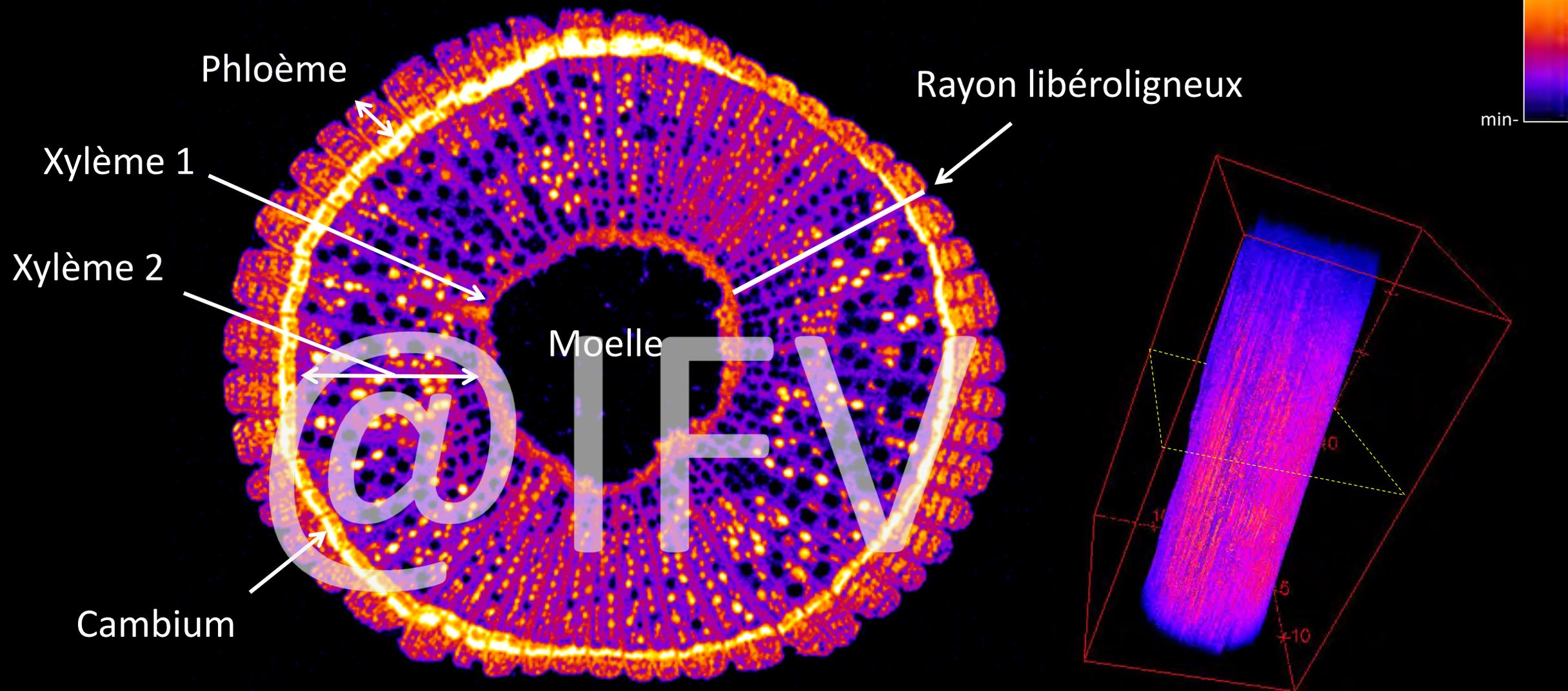


**Une IRM très précise développée  
pour la souris**



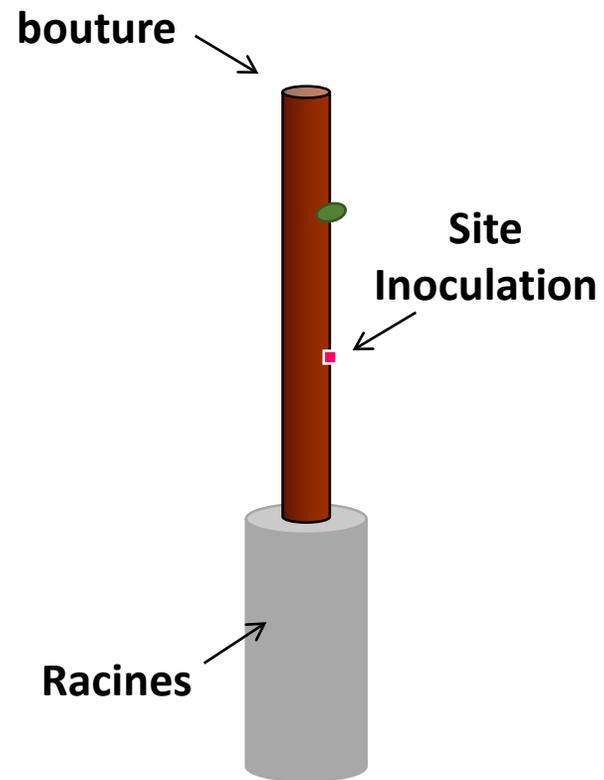
**Un tomographe RX utilisé pour  
l'étude des fossiles**

## Exemple d'imagerie IRM



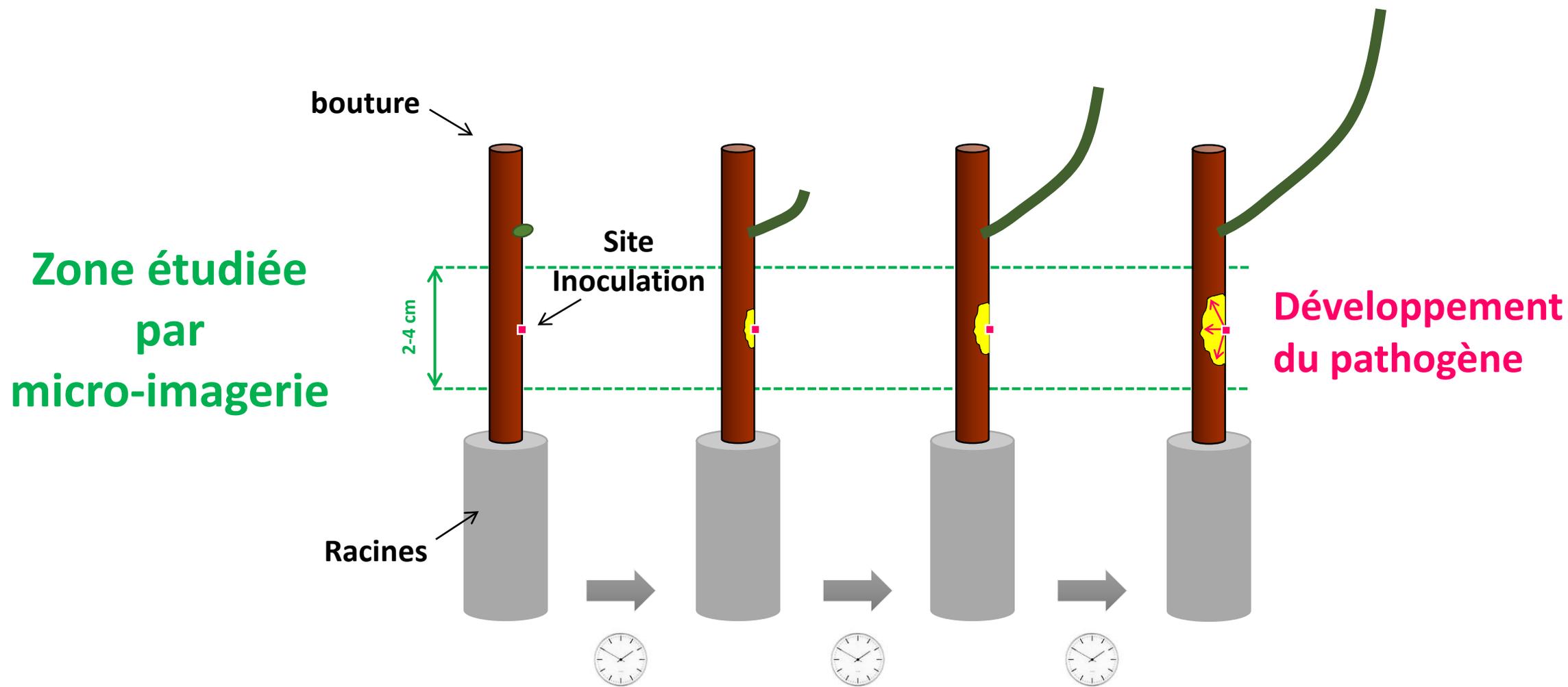
***NB : l'écorce n'est pas visible en IRM***

## Suivi dynamique et non-destructif de la colonisation du bois (*en conditions contrôlées*)



Crédit Moisy C. IFV 2016

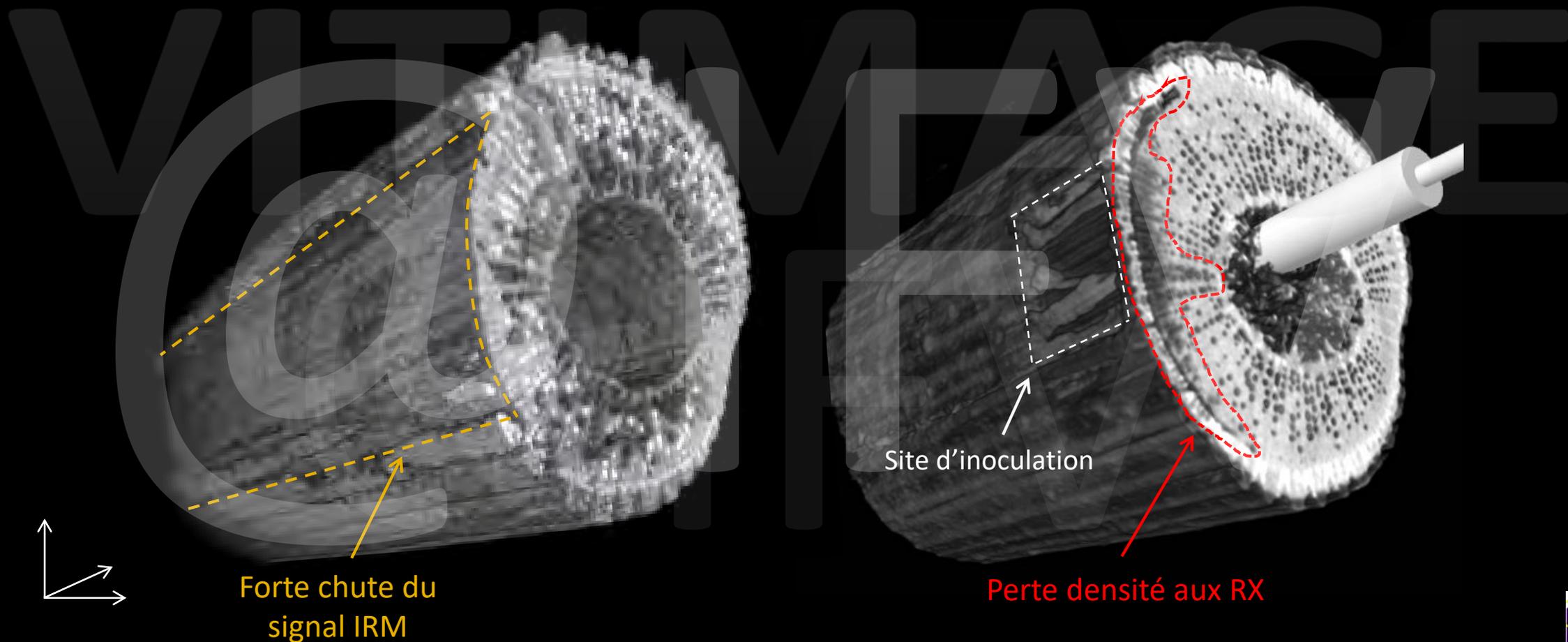
## Suivi dynamique et non-destructif de la colonisation du bois (en conditions contrôlées)



# Représentation 3D des données IRM et RX Collectées sur une même bouture inoculée avec un champignon pathogène

**IRM**

**Rayons X**





**On va utiliser cette approche pour :**

- 1 Comparer la stratégie des champignons**
- 2 Comparer des vignes pour leur tolérance**
- 3 Evaluer des produits de lutte**

ASYMPTOMATIQUE



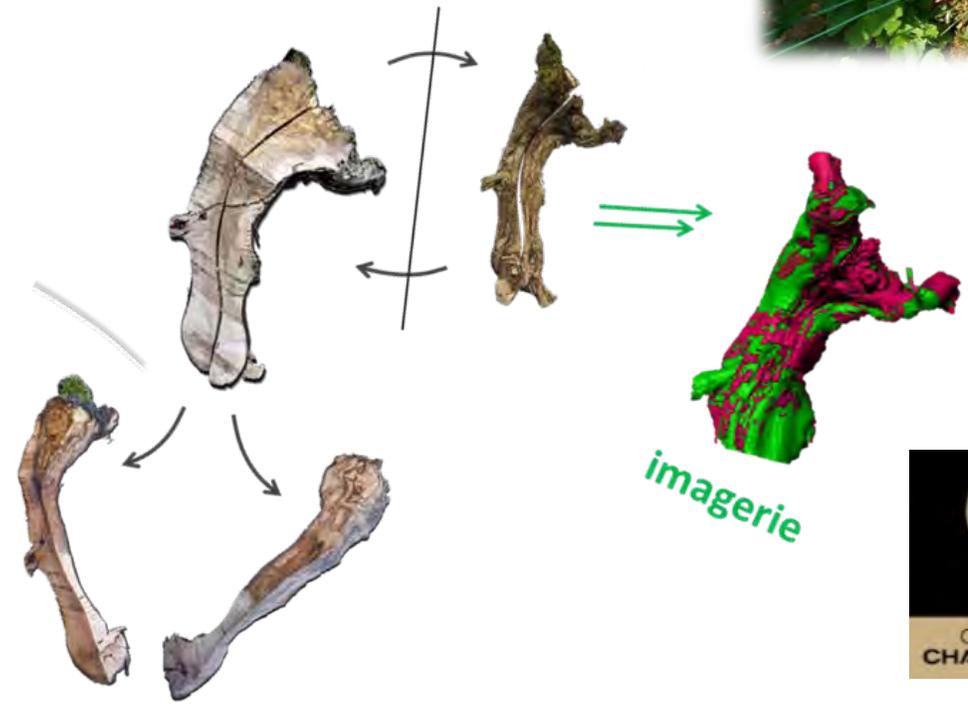
Parcelle « Terroir » plantée en 1999

Suivi annuel de l'expression des symptômes foliaires

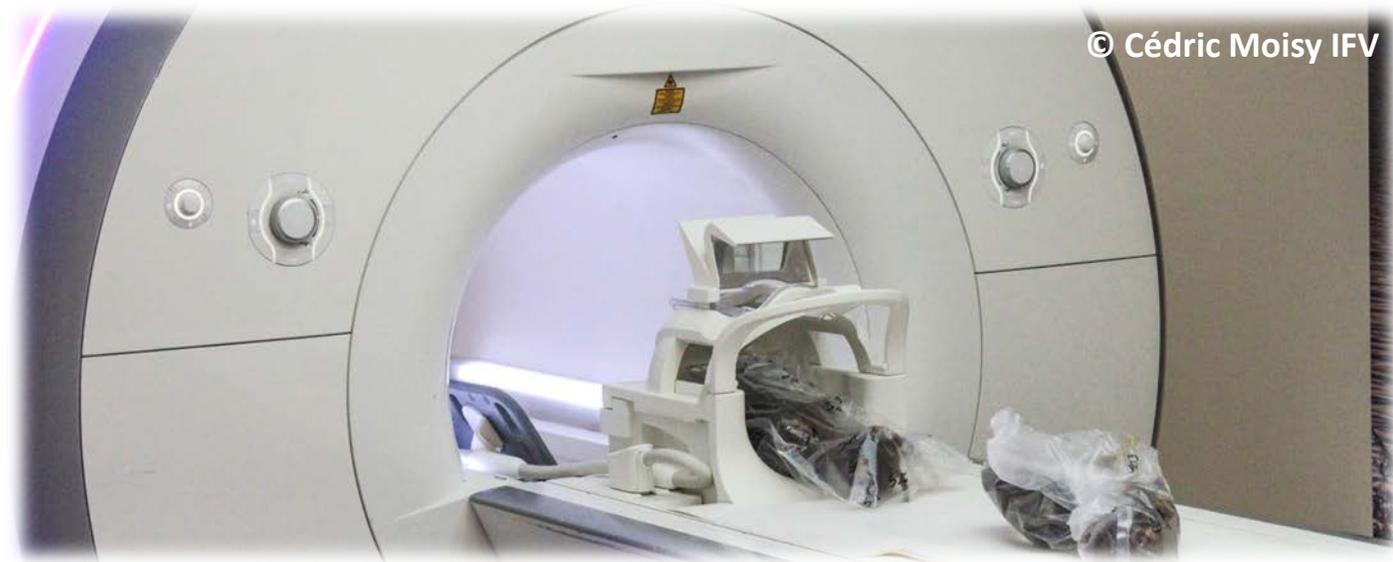
APOPLECTIQUE



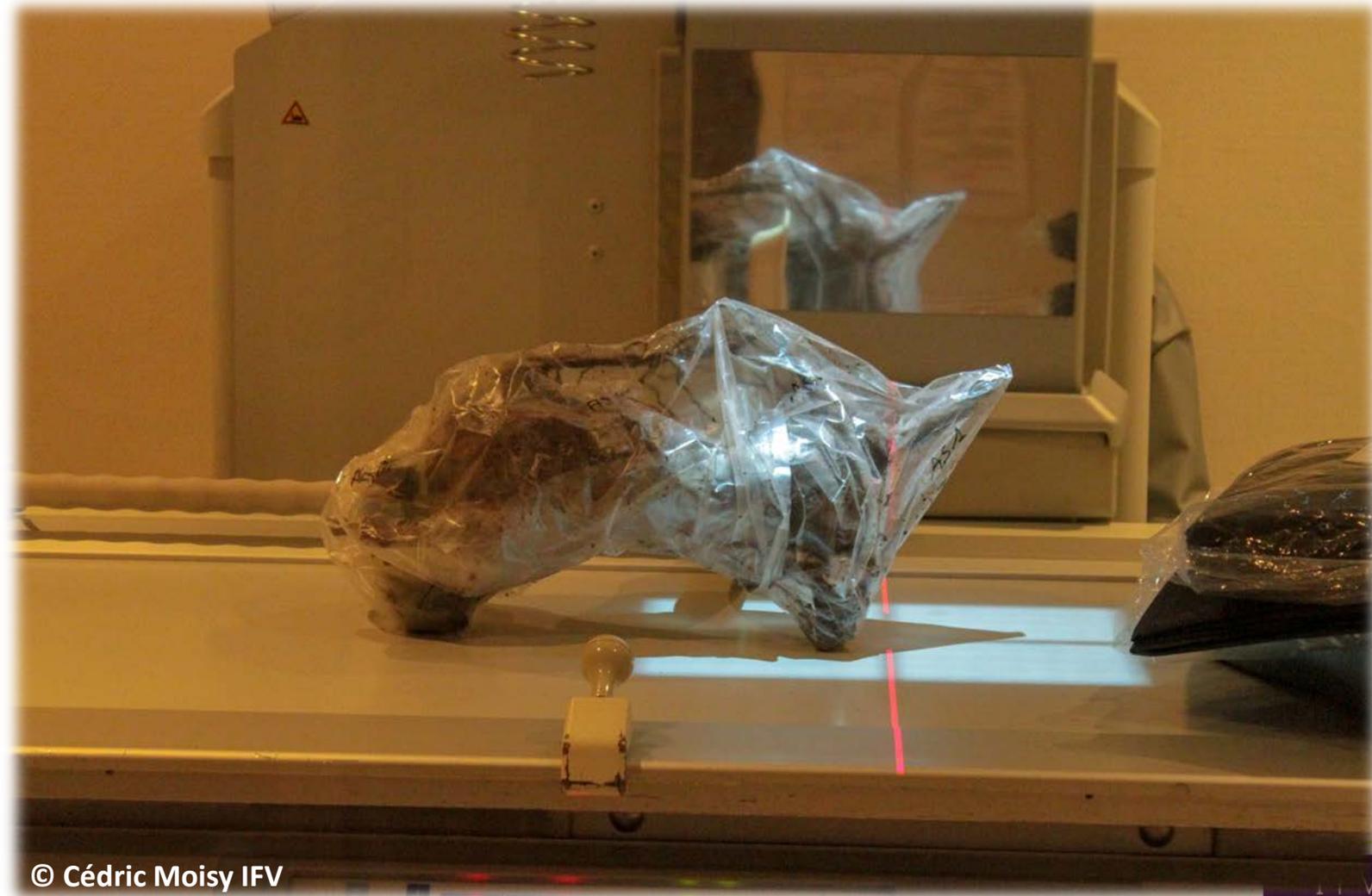
SYMPTOMATIQUE



## IRM avec le Dr. Mérieaud dans une clinique à Montpellier



## La radiographie RX (2D)

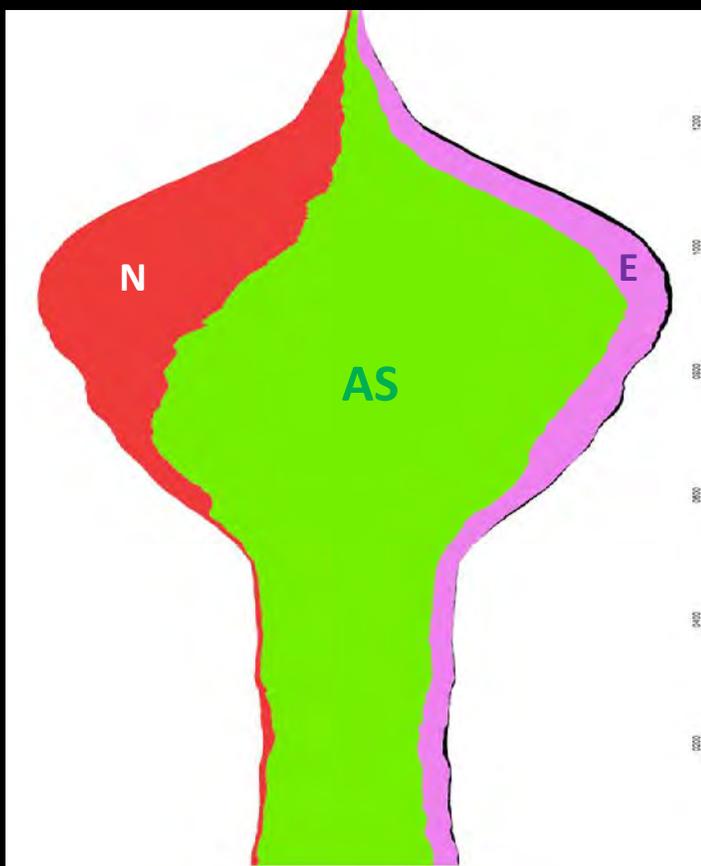




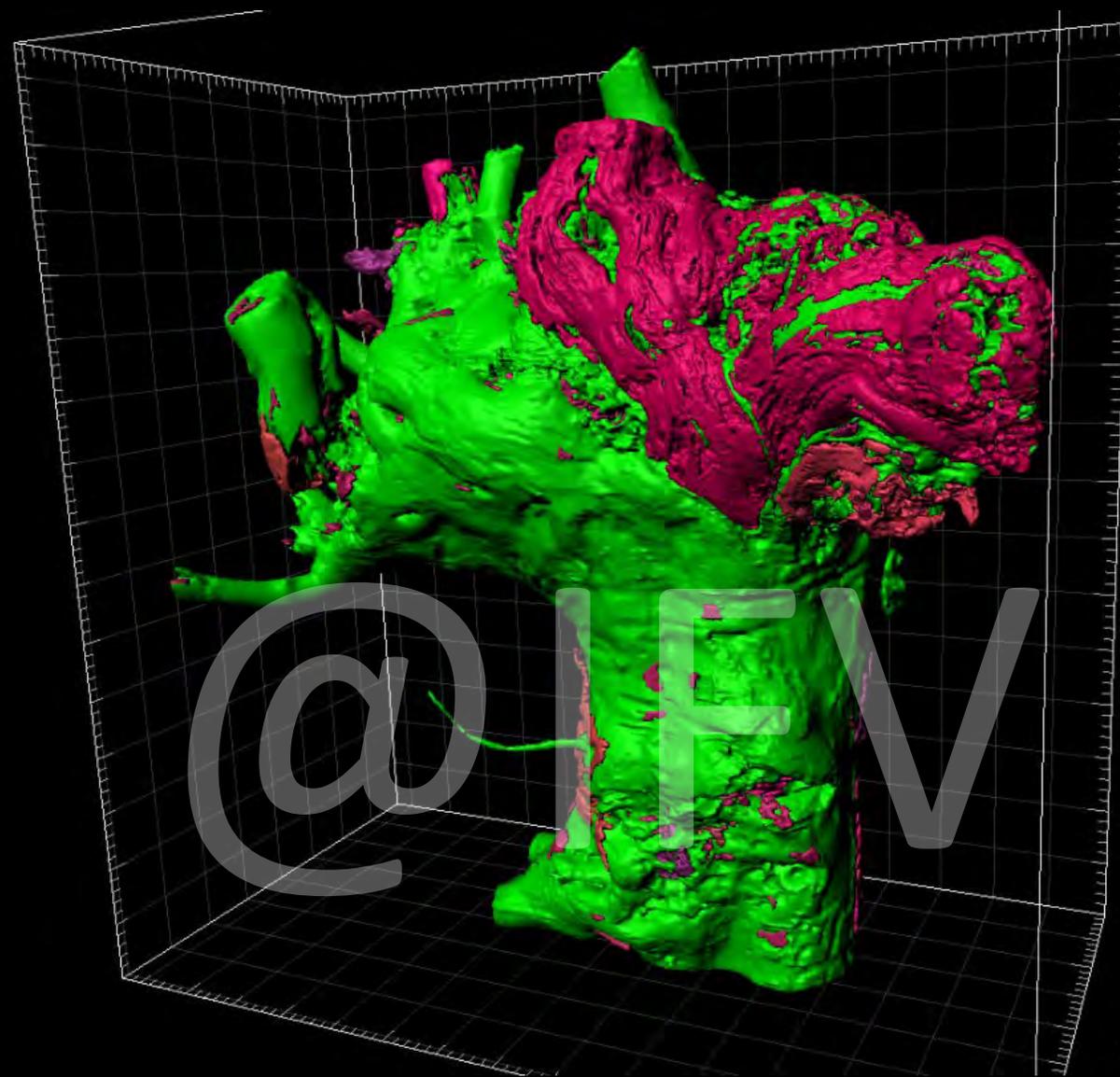
et la  
**Tomographie RX**  
à l'Université

# Quantification des différents types de tissus sur la base de leur densité aux RX

CEP002 - ASYMPTOMATIQUE



**% nécrose = 8,3 % vol.**



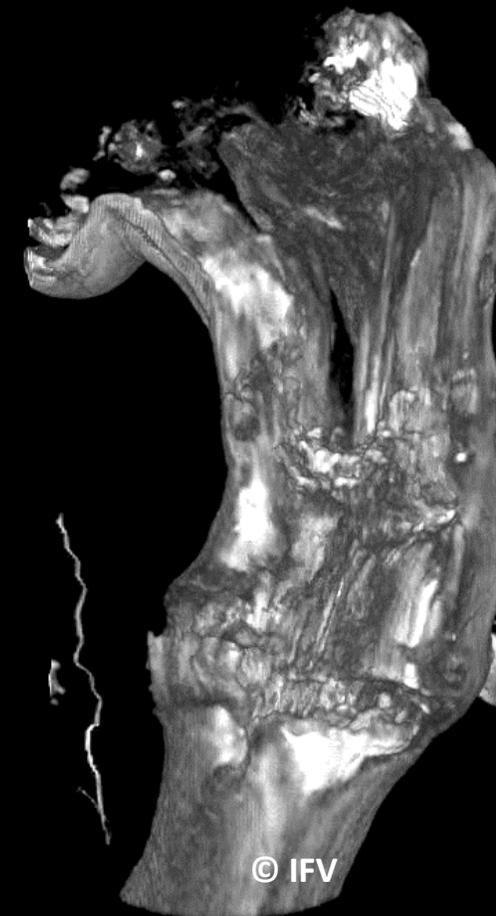
## Observations



## Rayons X

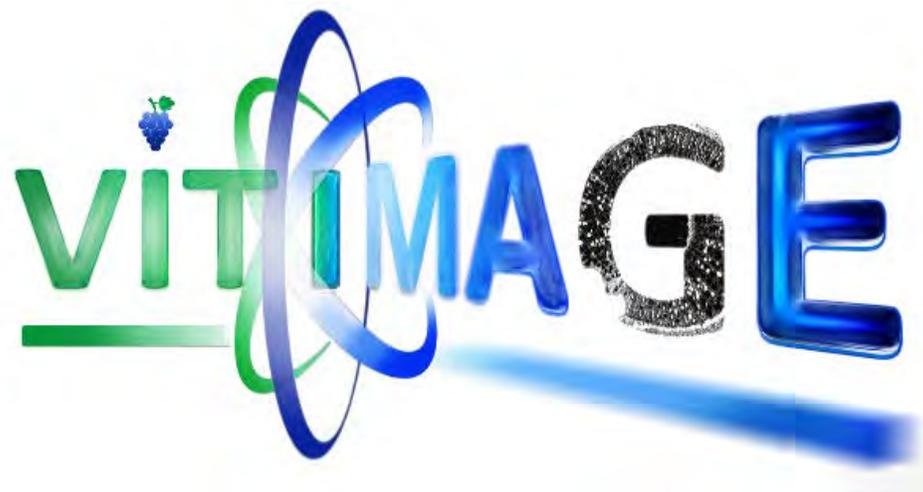


## IRM (M0)



# Nos objectifs dans le projet

- 1 **Développer de nouveaux outils pour étudier/suivre les MDB**
  - Comparer la **stratégie** des champignons
  - Comparer la **réponse** de la vigne
  - Evaluer l'**efficacité** des produits de lutte
  - Comparer différents **modes de conduite**
- 2 **Identifier des marqueurs de la maladie**
  - si possible détectable par une approche non-destructive
- 3 **Tester le lien entre le type et la position des nécroses et les différentes « histoires de vie »**
- 4 **Trouver des outils portables transférables au vignoble...**



**Cédric Moisy** [cedric.moisy@vignevin.com](mailto:cedric.moisy@vignevin.com)

Suivez les avancées du projet sur  **twitter** !

**MERCI POUR VOTRE  
ATTENTION !**

Voir la vidéo sur le site du  **PLAN NATIONAL DÉPÉRISSEMENT DU VIGNOBLE**  
<https://www.plan-deperissement-vigne.fr/>

**IFV** : Fernandez R., Le Cunff L., Larignon P., Moisy C.  
**CIRAD, PHIV** : Verdeil J-L., Lartaud M.  
**BioNanoMRI** : Goze-Bac C., Cardozo M.

**INRA** : Péros J-P.  
**CIVC** : Perry J.  
**Tridilogy SARL** : Mériegeaud S.