



**HAL**  
open science

## Phenotyping Platform for Plant and Plant Micro organisms Interactions

Christophe Salon

► **To cite this version:**

Christophe Salon. Phenotyping Platform for Plant and Plant Micro organisms Interactions. Journées M3P (Montpellier Plant Phenotyping Platforms), Institut National de la Recherche Agronomique (INRA). Montpellier, FRA., Nov 2014, Montpellier, France. hal-02791957

**HAL Id: hal-02791957**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02791957>**

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.



**Phenotyping Platform for Plant and Plant Micro  
organisms Interactions  
(4PMI, INRA Dijon)**

**Christophe Salon**

**UMR 1347-AgroSup/INRA/uB, 17 rue Sully - BP 86510 - 21065 Dijon - France**



## Méthodologies/outils pour accéder au système racinaire

- Visualiser (récupérer) le système racinaire,
- à haute résolution,
- de manière dynamique, automatiquement,
- pour de nombreuses unités biologiques,
- estimer traits structuraux (fonctionnels?),
- éviter des conditions de croissance délétères ( $O_2$ , pH, nutriments..),
- étudier les interactions plante-plante and plante-micro-organismes, pour des plantes d'agrosystèmes.

## **Description level 1 :**

Root projected surface

Nodule projected surface

Nodule number

Total root length

Root prospection

## **Description level 2 :**

Main root length

Longest lateral root length

Number of lateral roots

Number of secondary roots on lateral roots

Number of nodules on each root

Nodule positions (individual and by class) on all of the roots and distances

Apical diameter of roots

## **« Convention » :**

Number: total and by segment-segment length

Projected surface : individual and by class

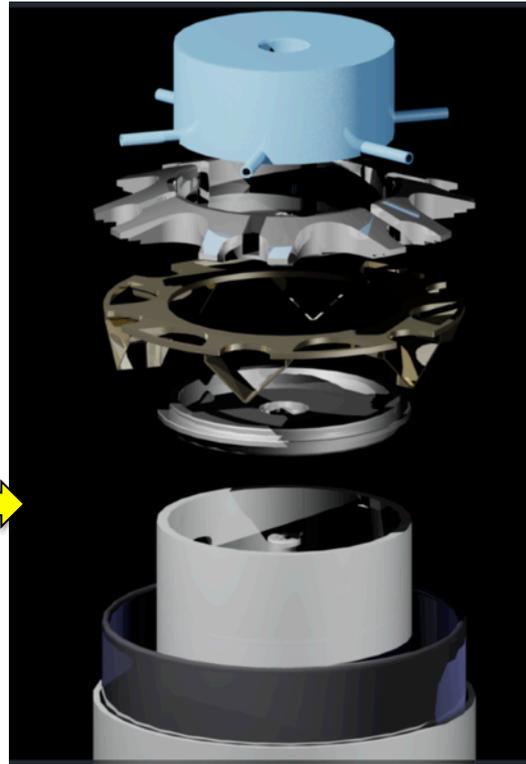
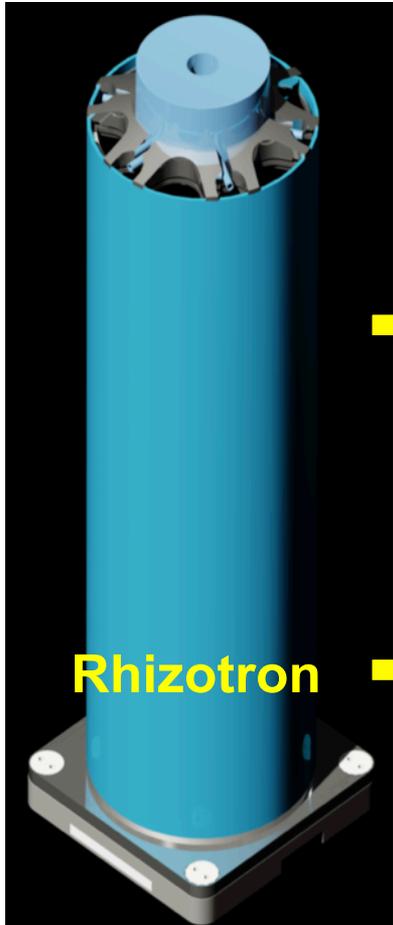
Position: : individual and by class

Nodule efficiency : individual and by class

Estimated biovolume : a root = cylinder

Biomass estimation by calibration

# Rhizotube HD... and RhizoCab



*Standalone*

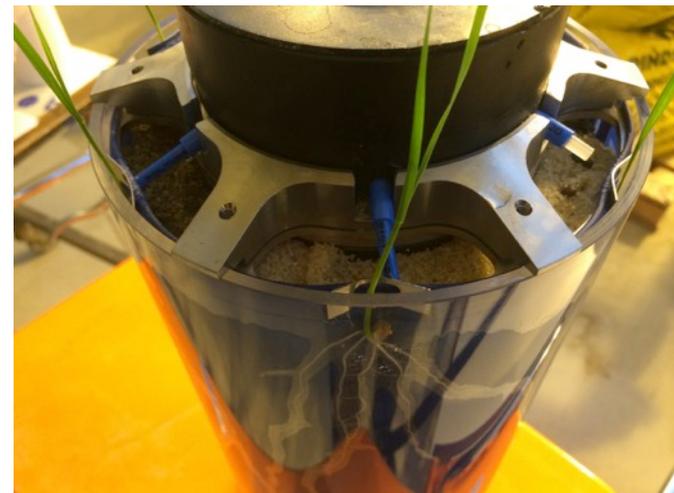
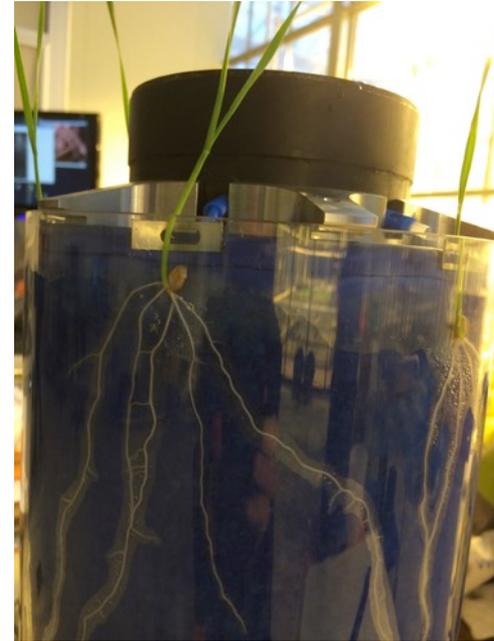
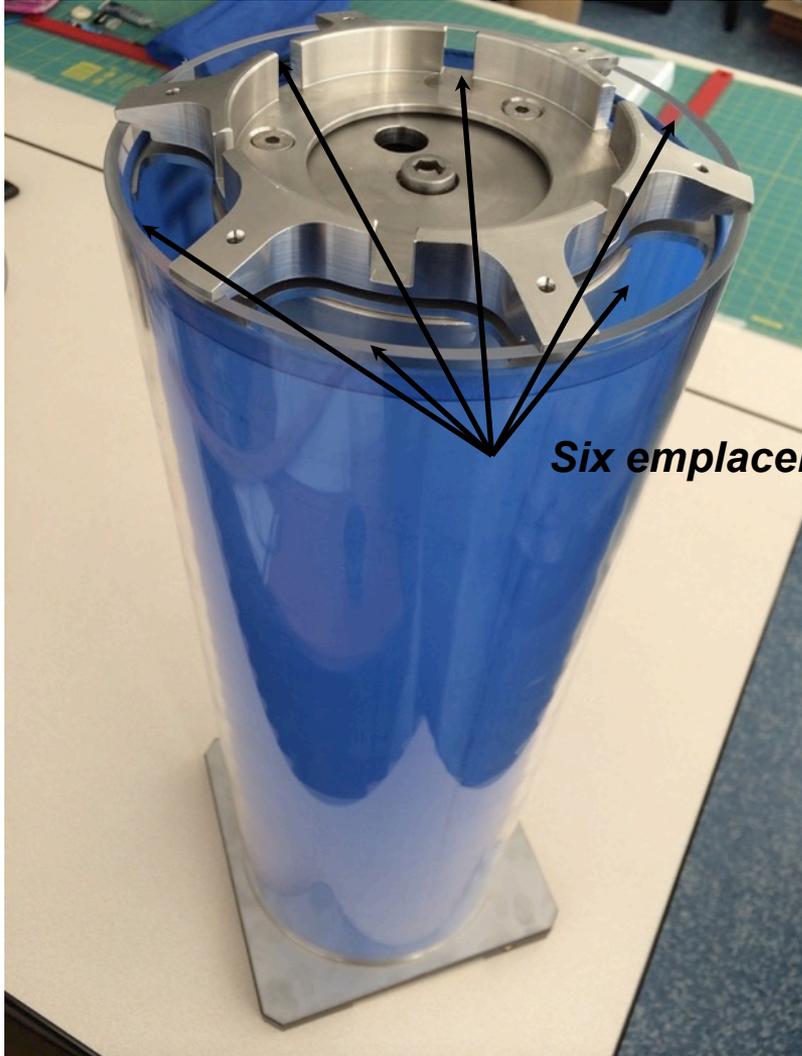


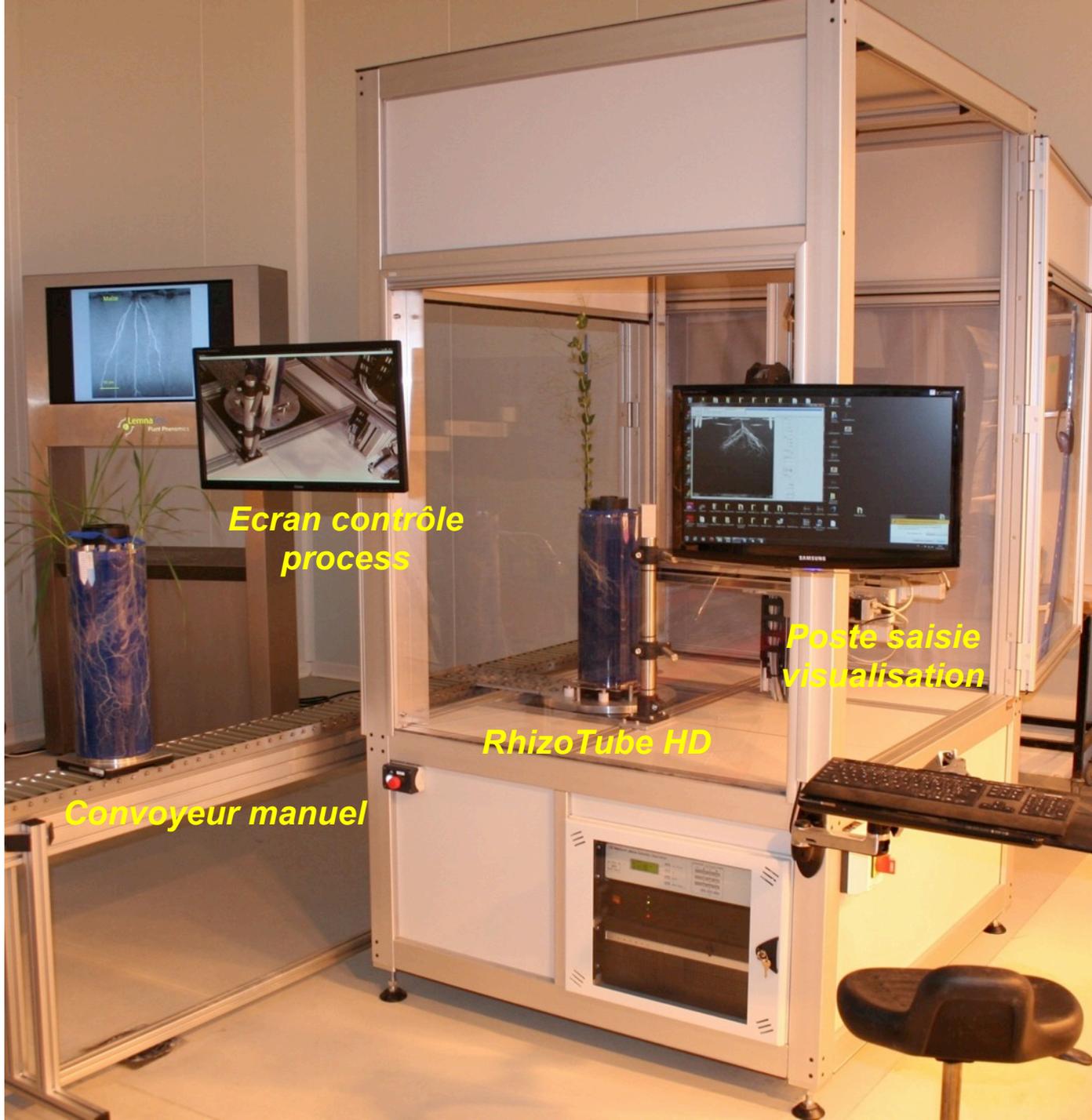
*Transfert de technologie*



*Adaptation de la base*





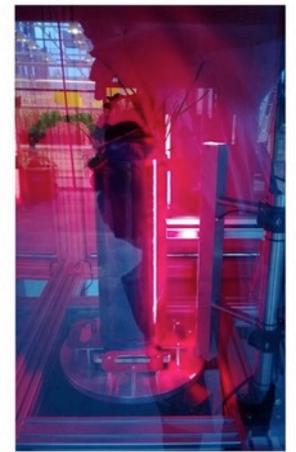


*Ecran contrôle  
process*

*Poste saisie  
visualisation*

*RhizoTube HD*

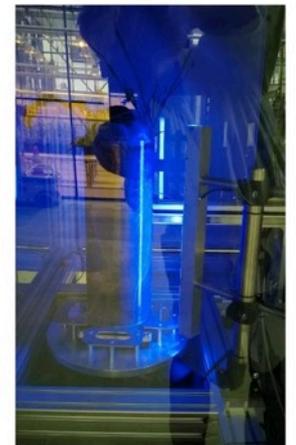
*Convoyeur manuel*



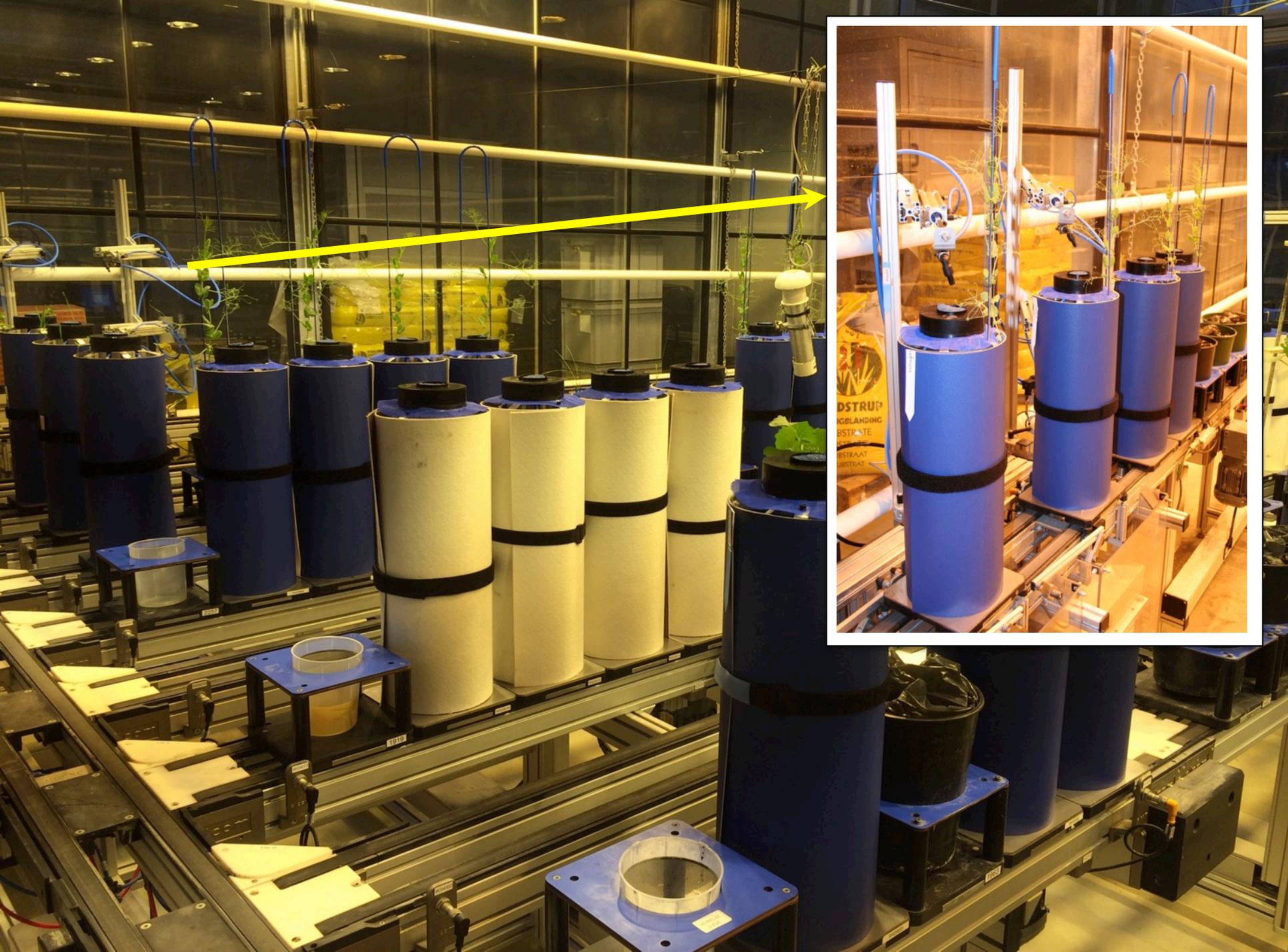
**Rouge**



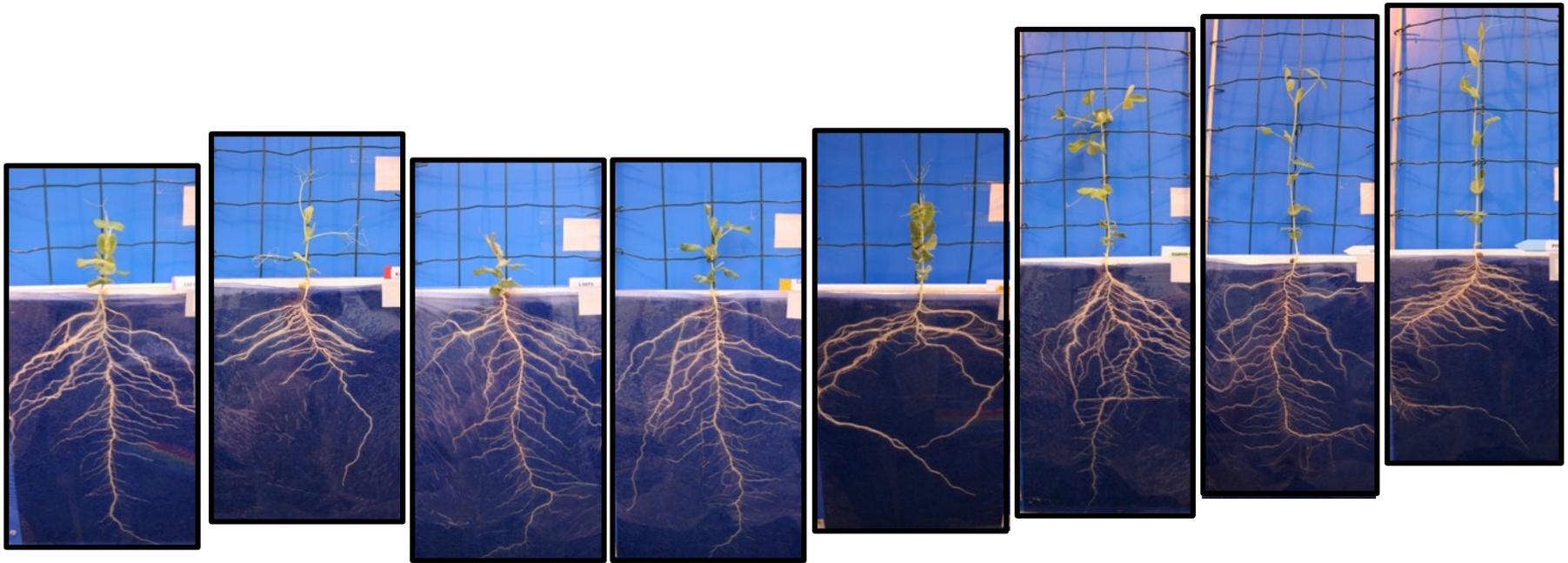
**Vert**



**Bleu**



*Pea core collection  
(coll. V Bourion, G Duc, J Burstin)*



AMINO

KAYANNE

L1073

CAMEOR

ISARD

CUZCO

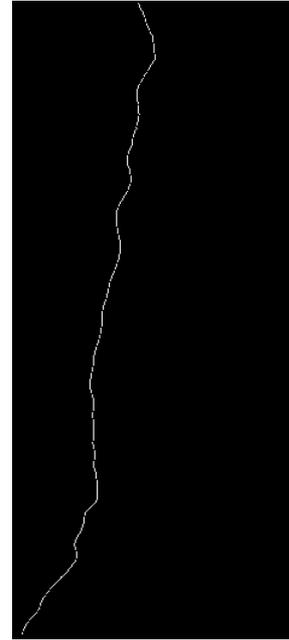
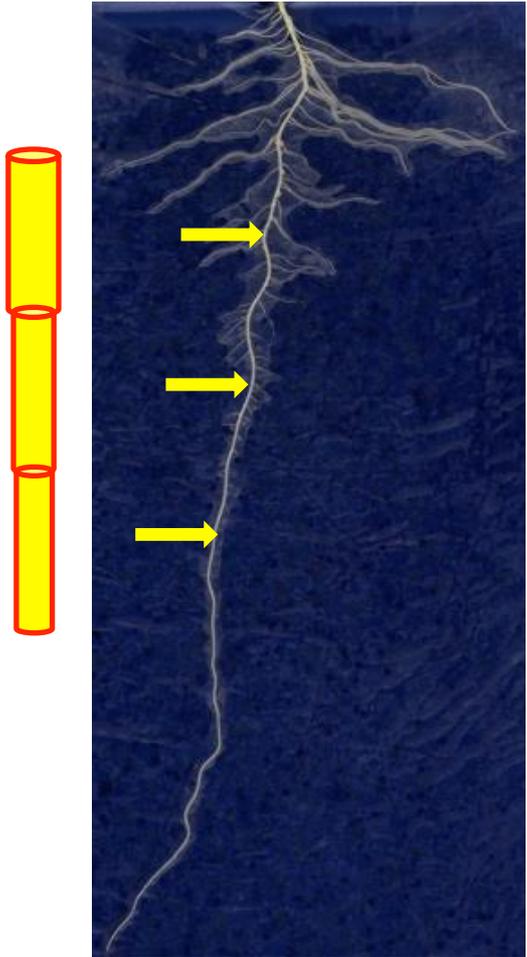
LIVIOLETTA

PI186093

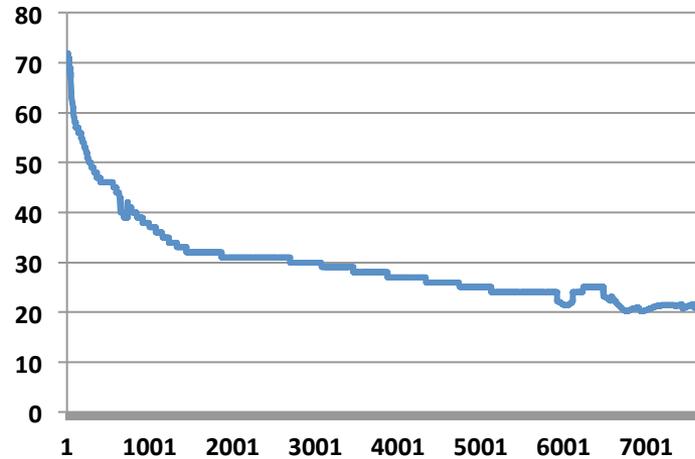


# Traits phénotypiques, exemples

**Racines:** Longueur, diamètre



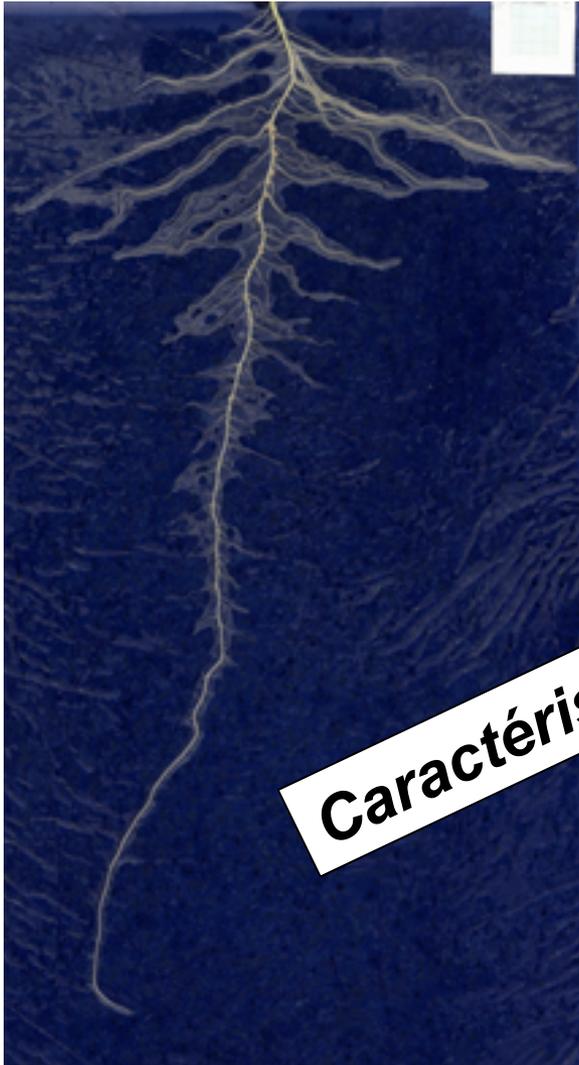
**Diamètre (pixel)**



**Longueur (pixel)**



**Racines:** Longueur, diamètre, surface projetée



Jour n

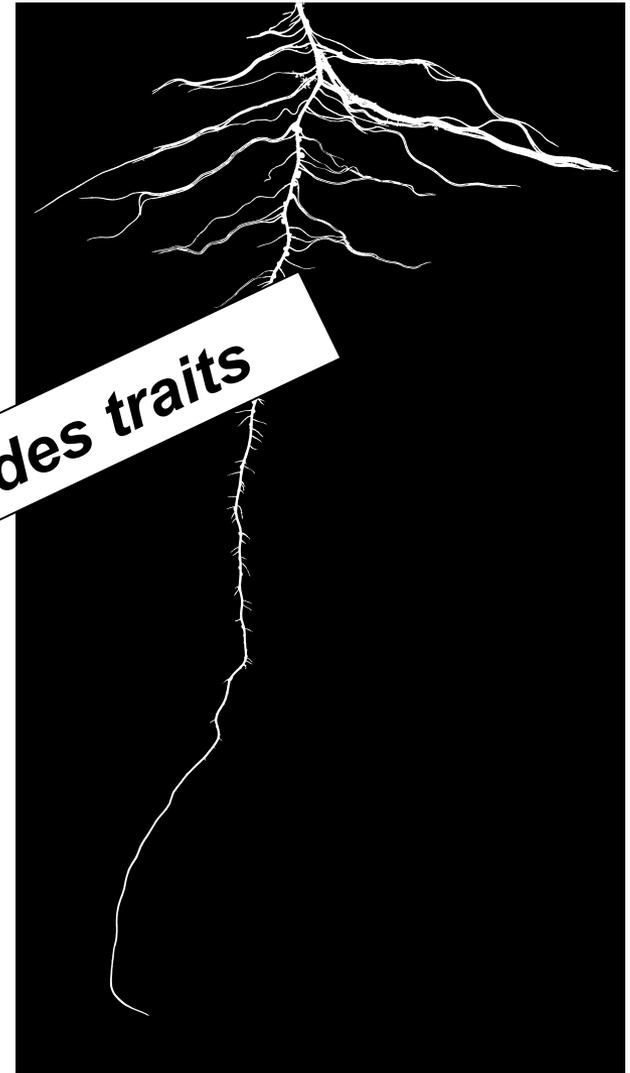
Jour n+1

Jour n+2

Jour n+3

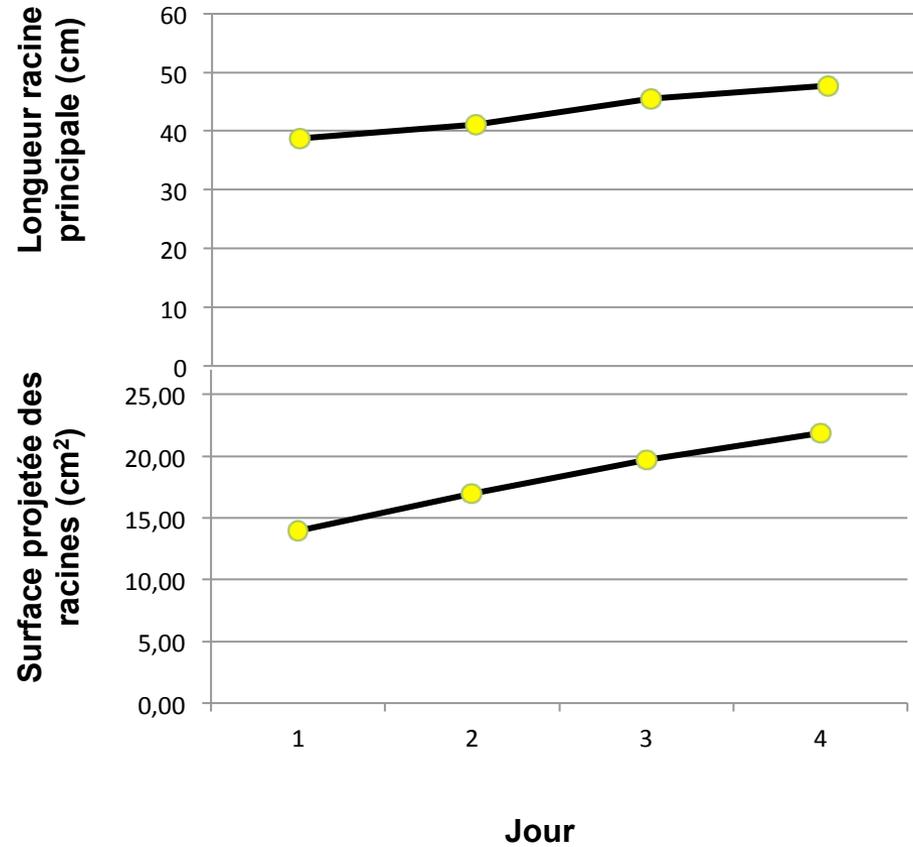
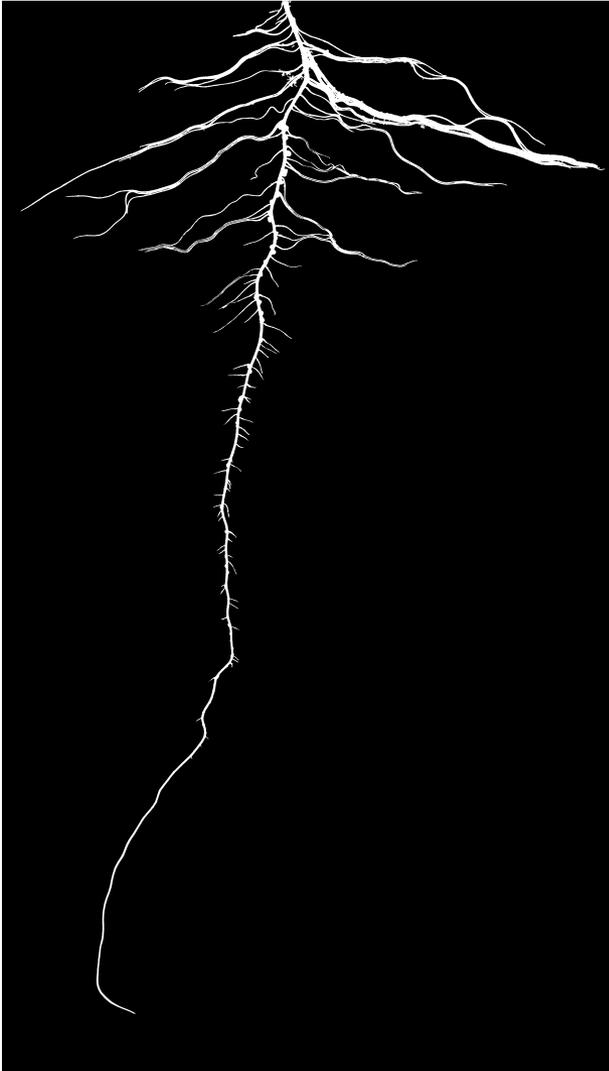
Jour

**Caractérisation dynamique des traits**



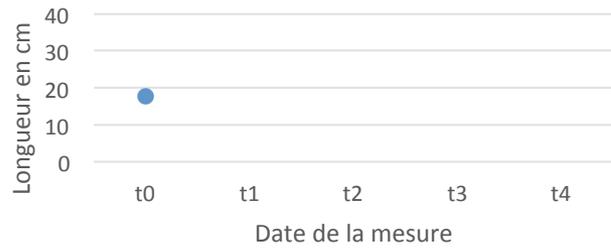


## Racines: Longueur, diamètre, surface projetée



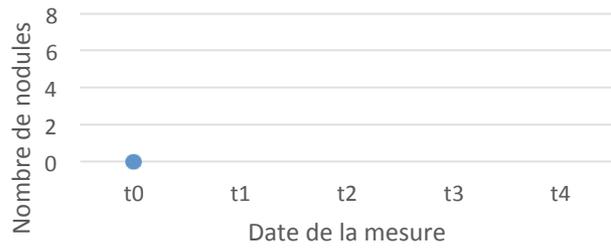
## Cinétique 1

—●— Longueur du pivot



## Cinétique 2

—●— Nombre nodules sur le pivot



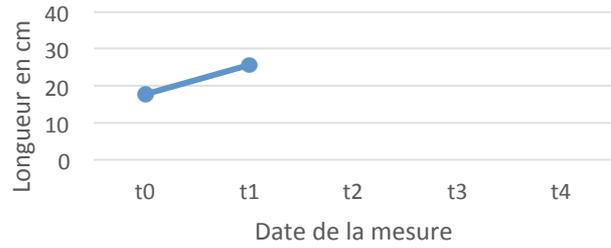
## Cinétique 3

—●— Nombre de latérales sur le pivot



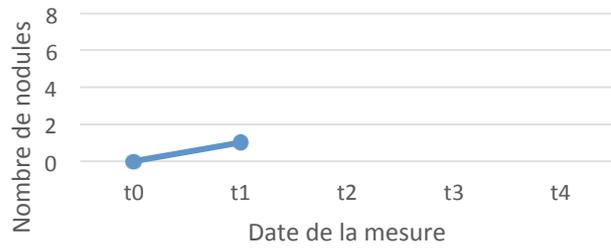
### Cinétique 1

—●— Longueur du pivot



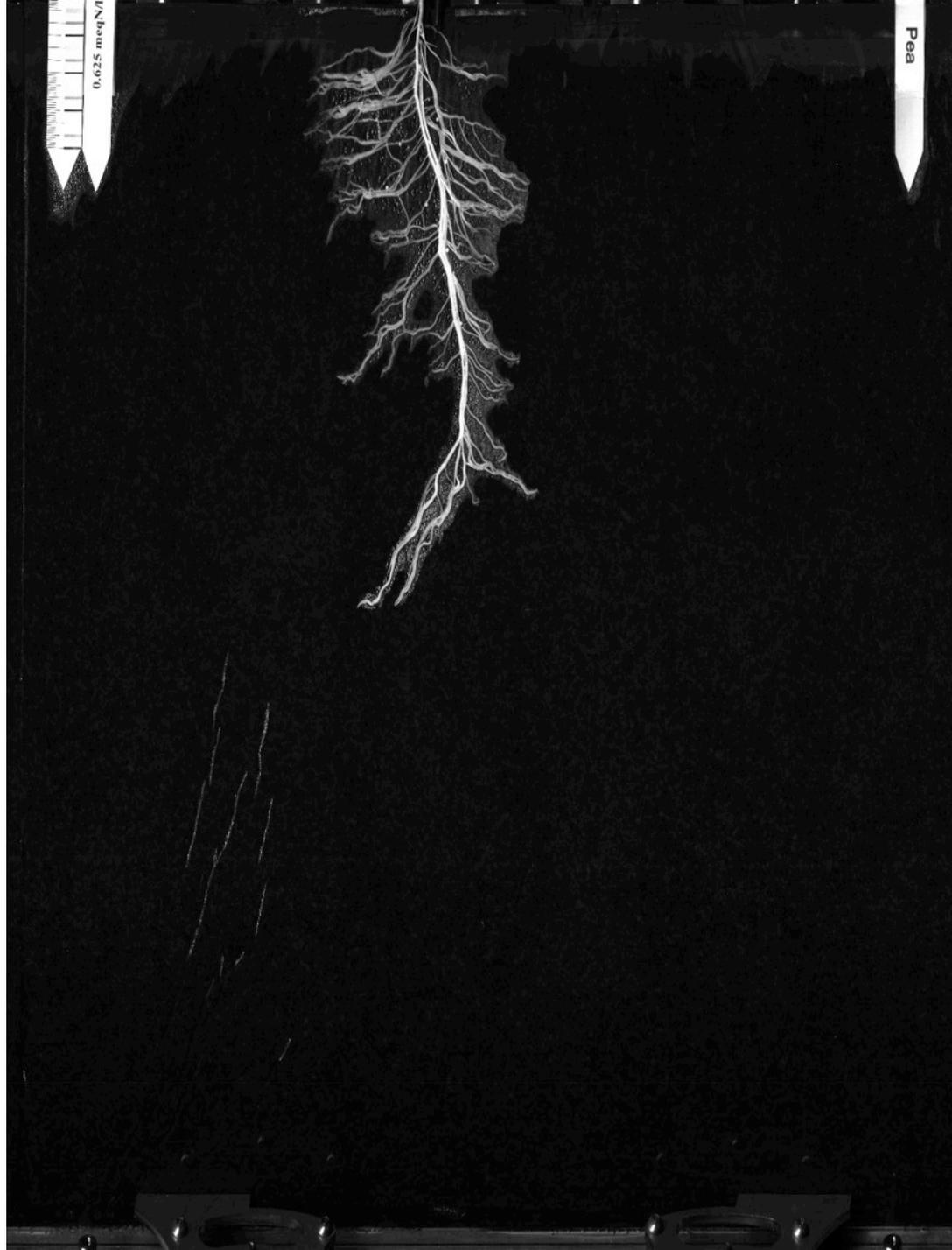
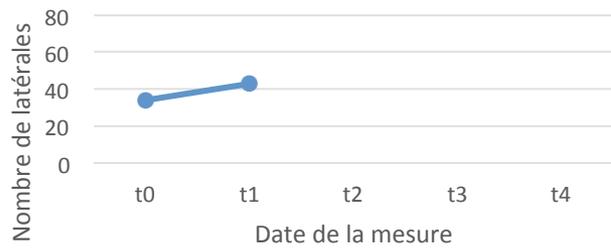
### Cinétique 2

—●— Nombre nodules sur le pivot



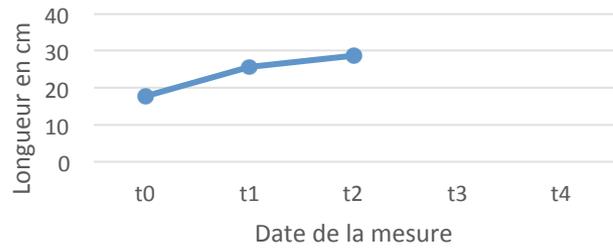
### Cinétique 3

—●— Nombre de latérales sur le pivot



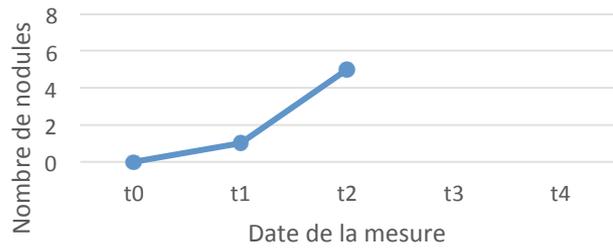
### Cinétique 1

—●— Longueur du pivot



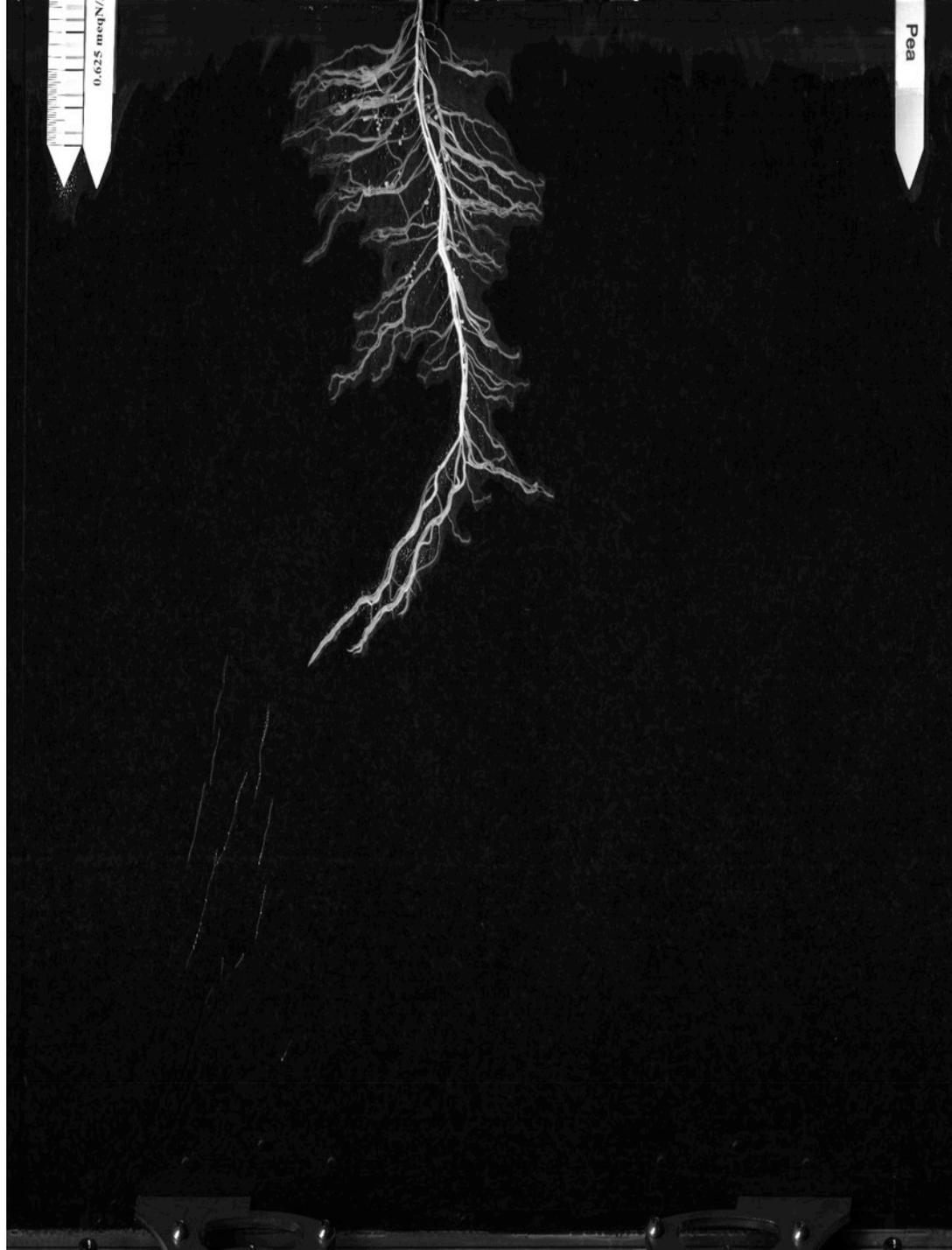
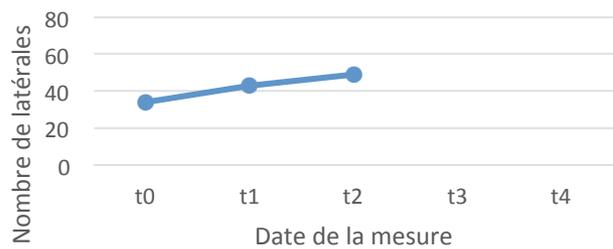
### Cinétique 2

—●— Nombre nodules sur le pivot



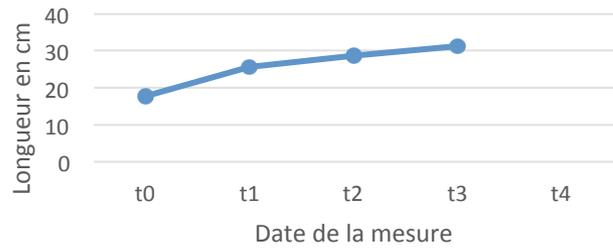
### Cinétique 3

—●— Nombre de latérales sur le pivot



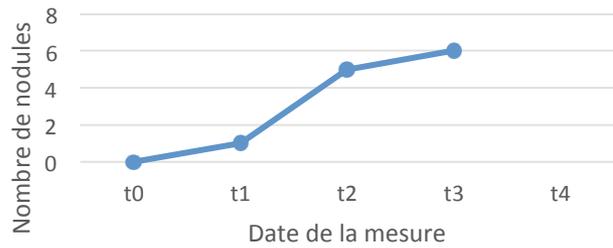
### Cinétique 1

—●— Longueur du pivot



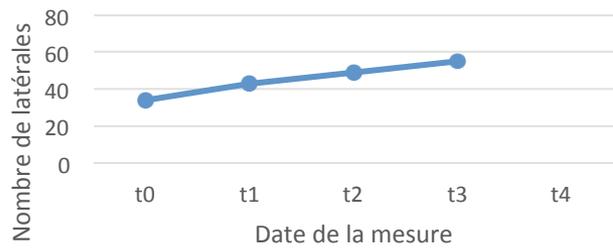
### Cinétique 2

—●— Nombre nodules sur le pivot



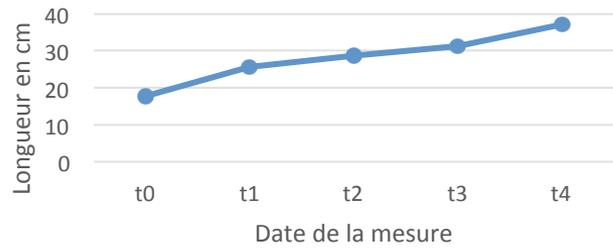
### Cinétique 3

—●— Nombre de latérales sur le pivot



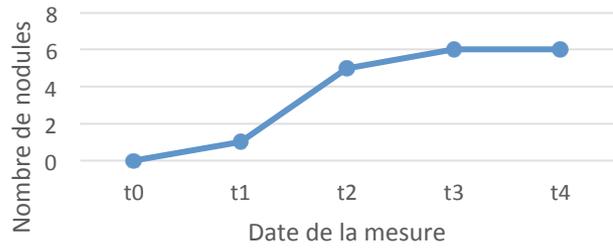
### Cinétique 1

—●— Longueur du pivot



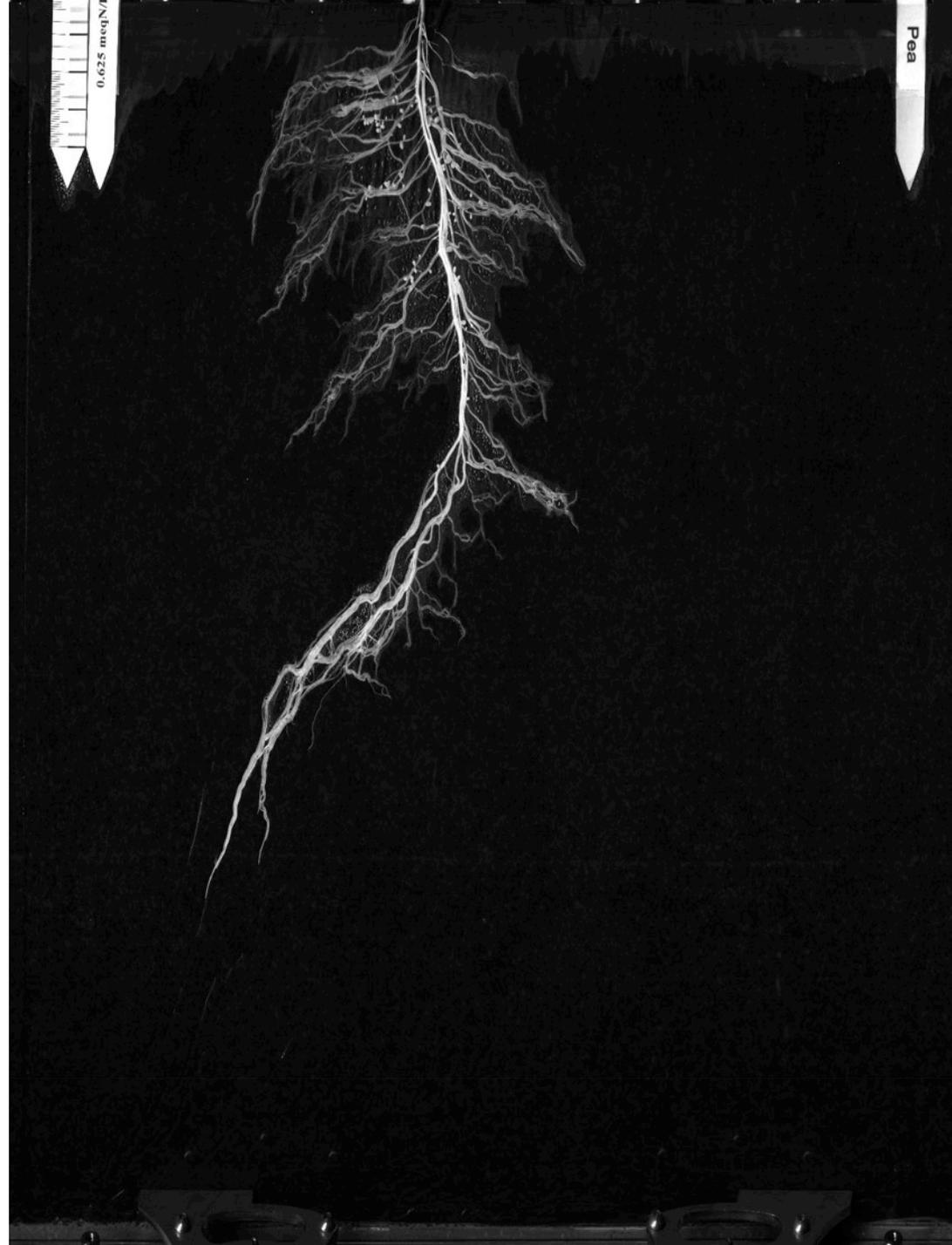
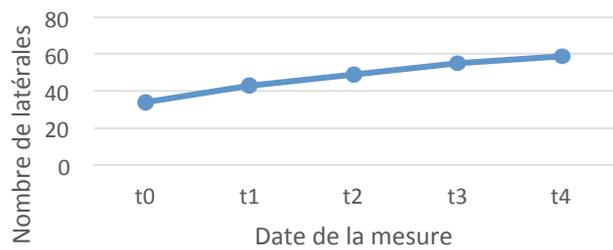
### Cinétique 2

—●— Nombre nodules sur le pivot



### Cinétique 3

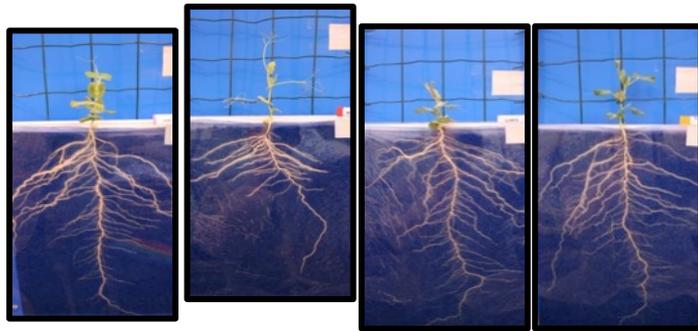
—●— Nombre de latérales sur le pivot



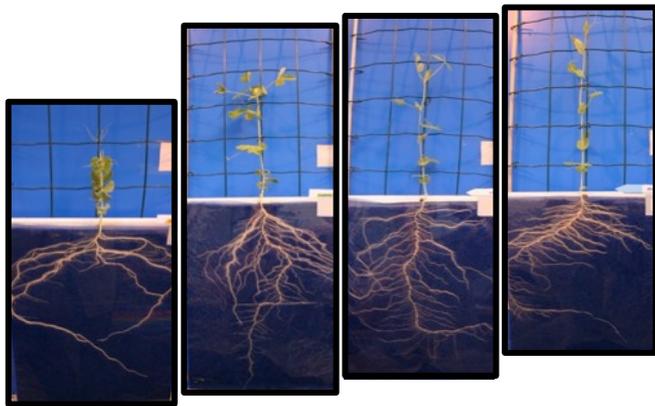


**Racines:** Longueur, diamètre, surface projetée, **biovolume**

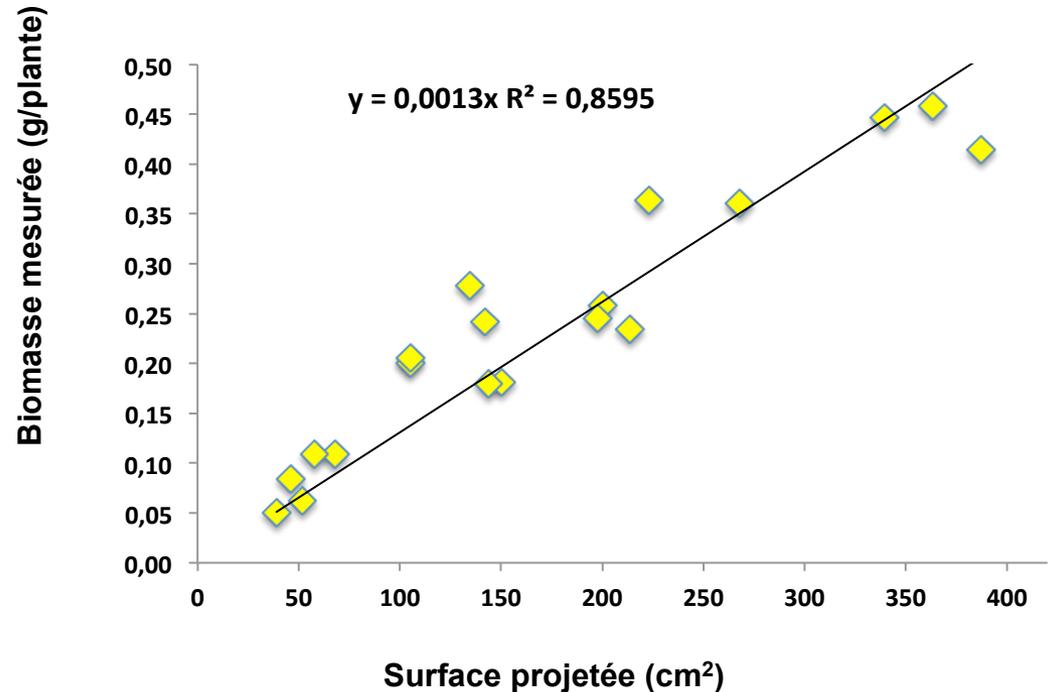
*Pea core collection (coll. V Bourion, G Duc, J Burstin)*



AMINO KAYANNE L1073 CAMEOR



ISARD CUZCO LIVIOLETTA PI186093

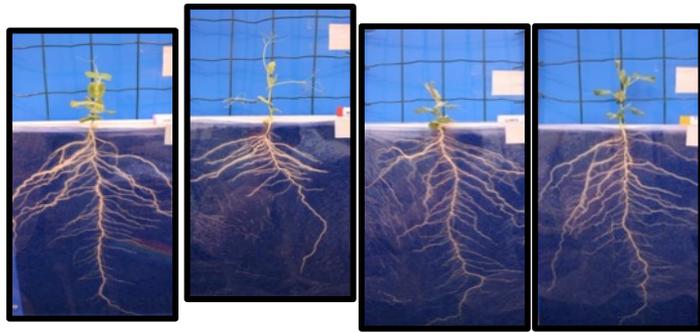




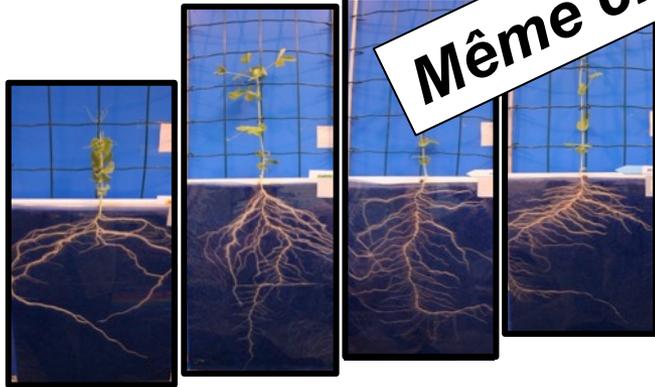
# Traits phénotypiques, exemples

**Racines:** Longueur, diamètre, surface projetée, **biovolume = f(conditions)**

*Pea core collection (coll. V Bourion, G Duc, J Burstin)*

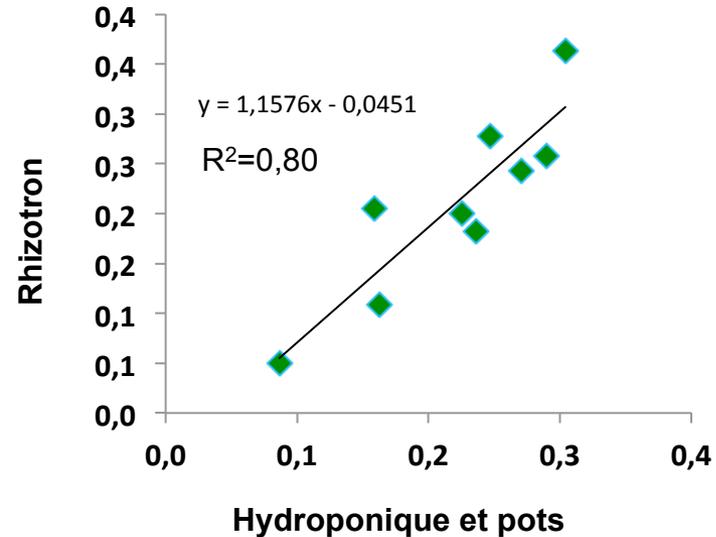
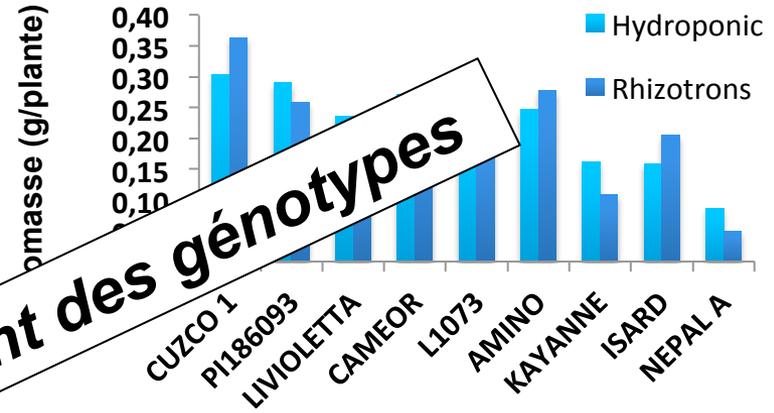


AMINO KAYANNE L1073 CAMEOR



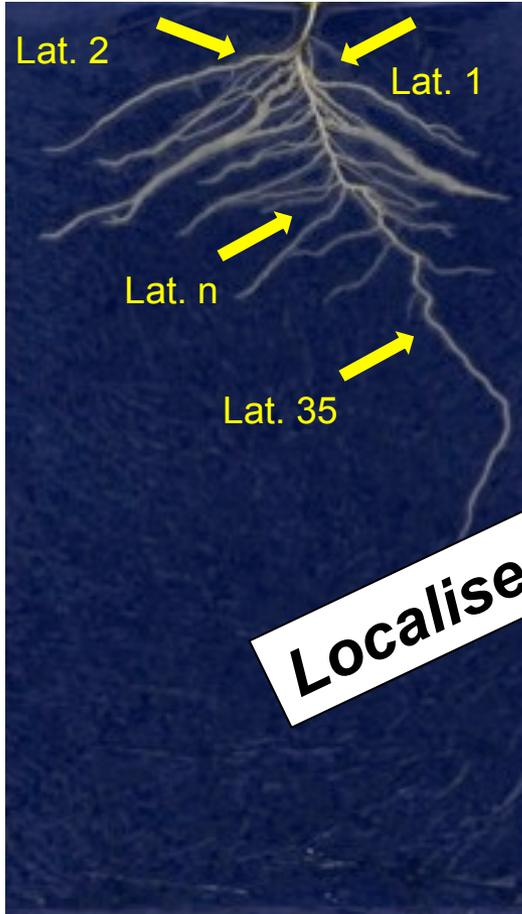
ISARD CUZCO LIVIOLETTA PI186093

**Même classement des génotypes**

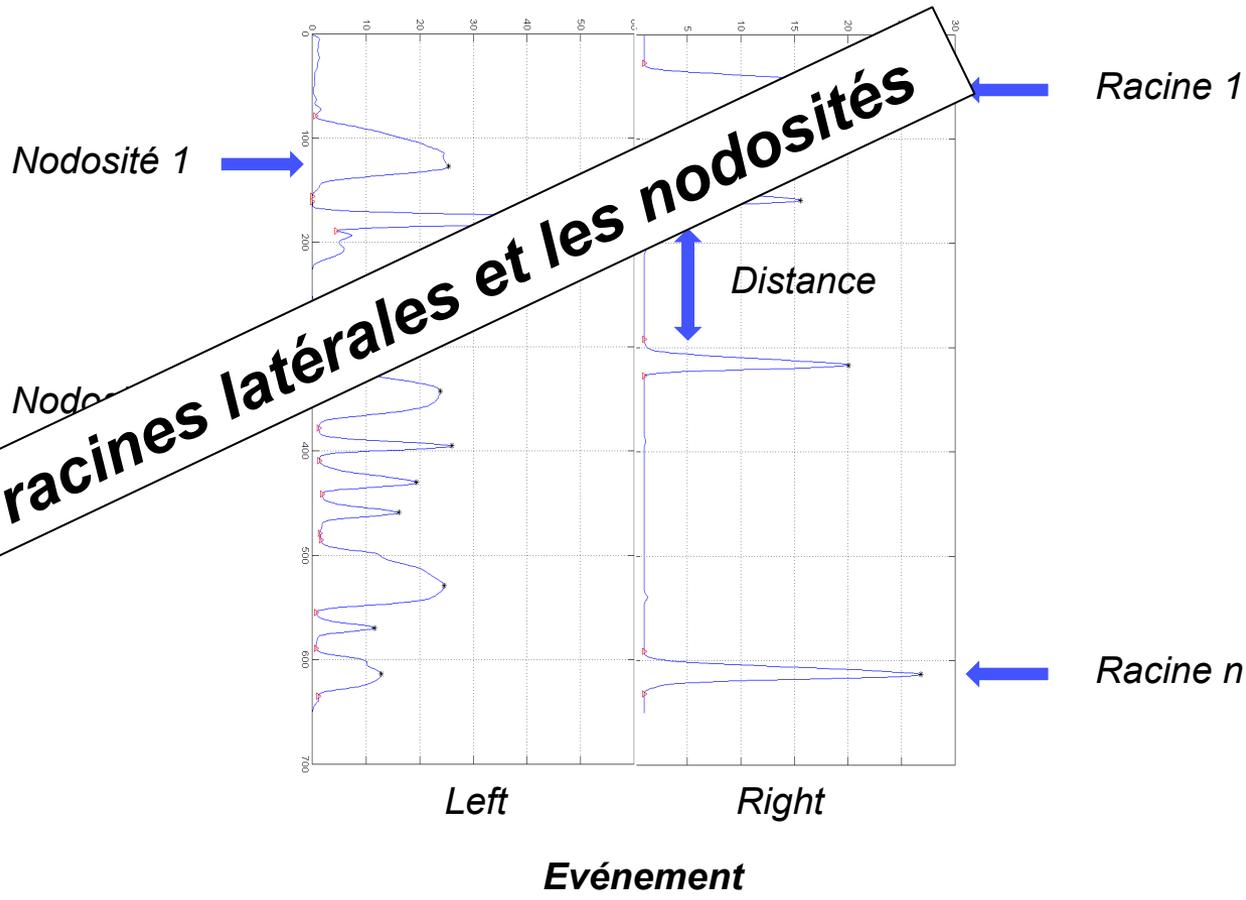




**Racines:** Longueur, diamètre, surface projetée, biovolume, événements

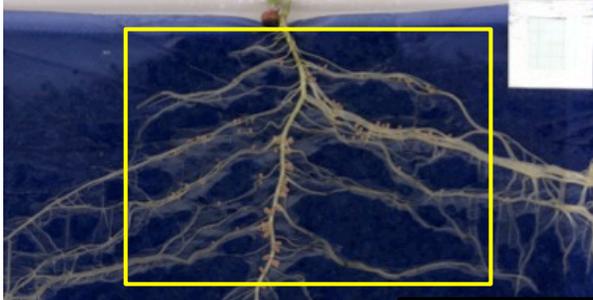


**Localise les racines latérales et les nodosités**

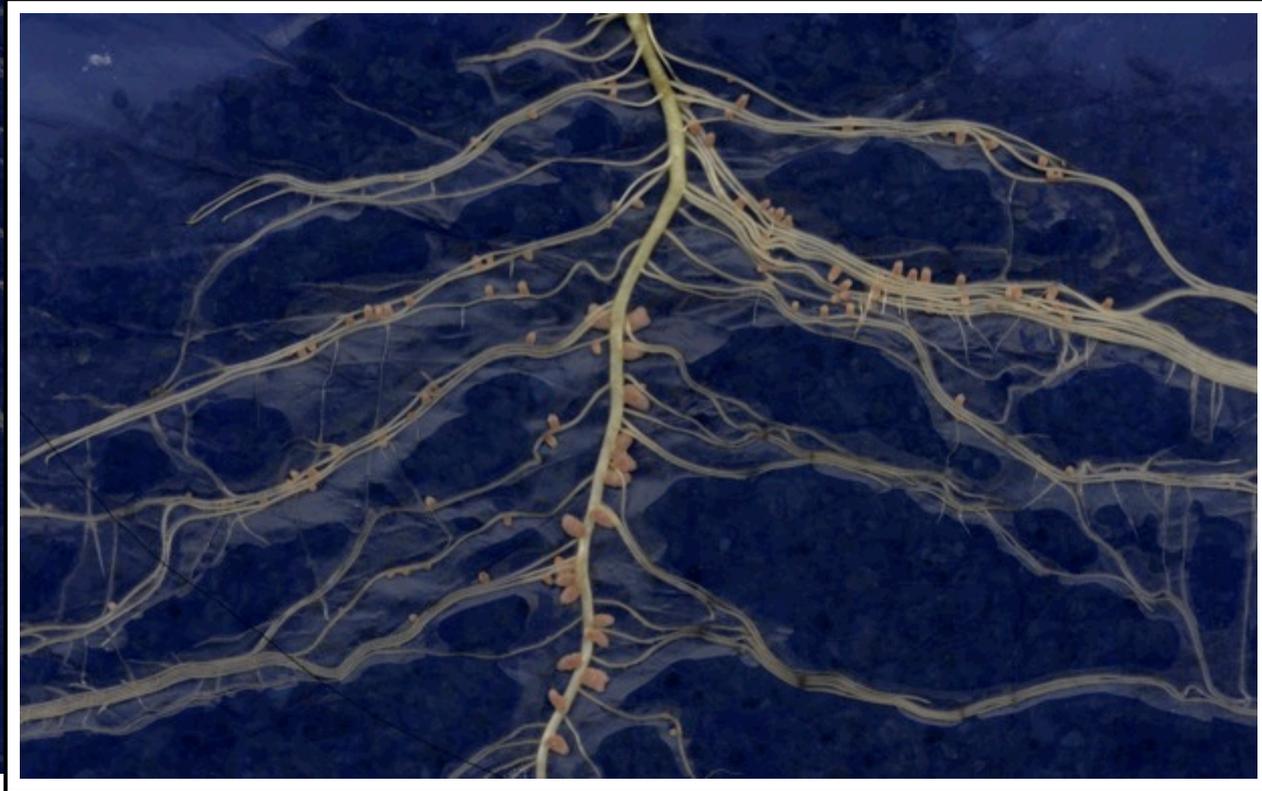




**Nodosités:** Nombre

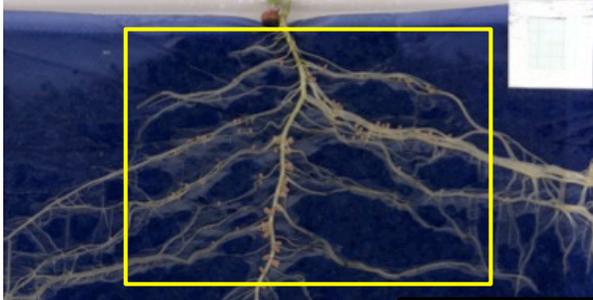


**Focus sur image**

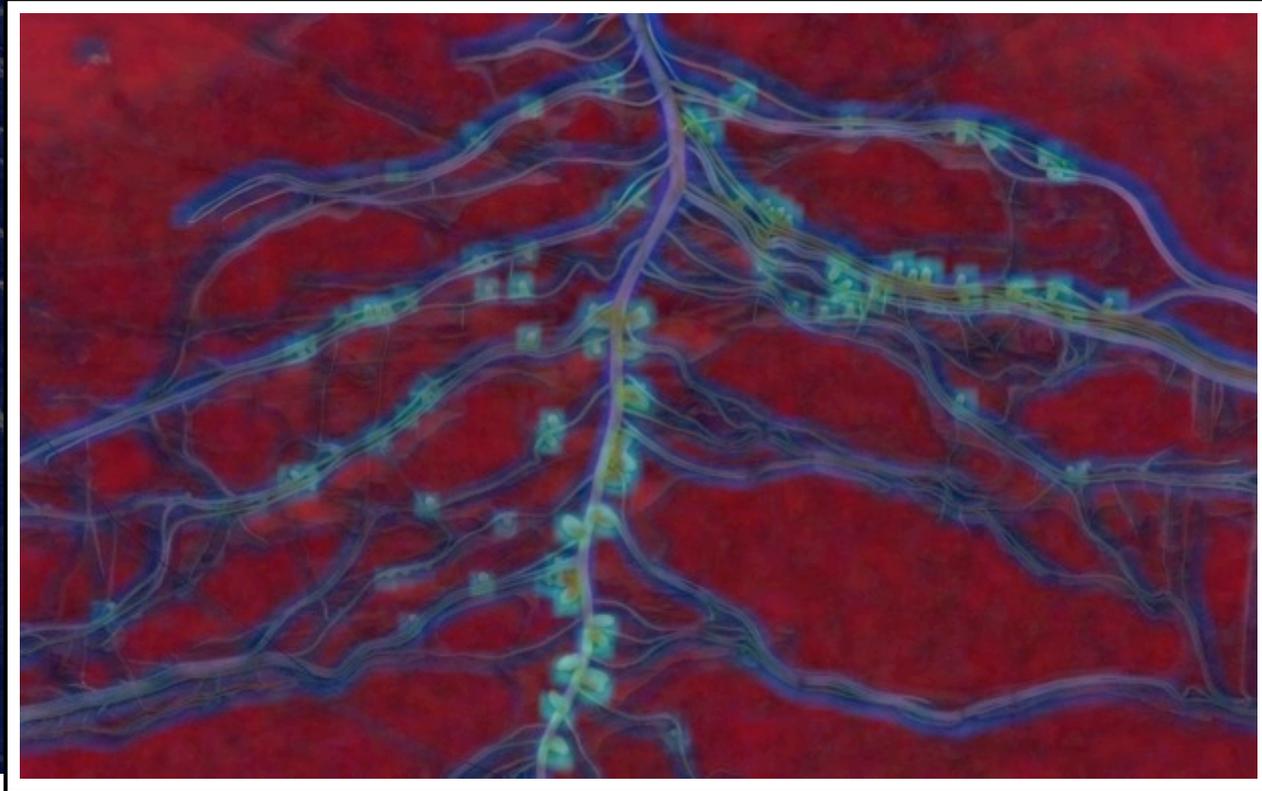




**Nodosités:** Nombre

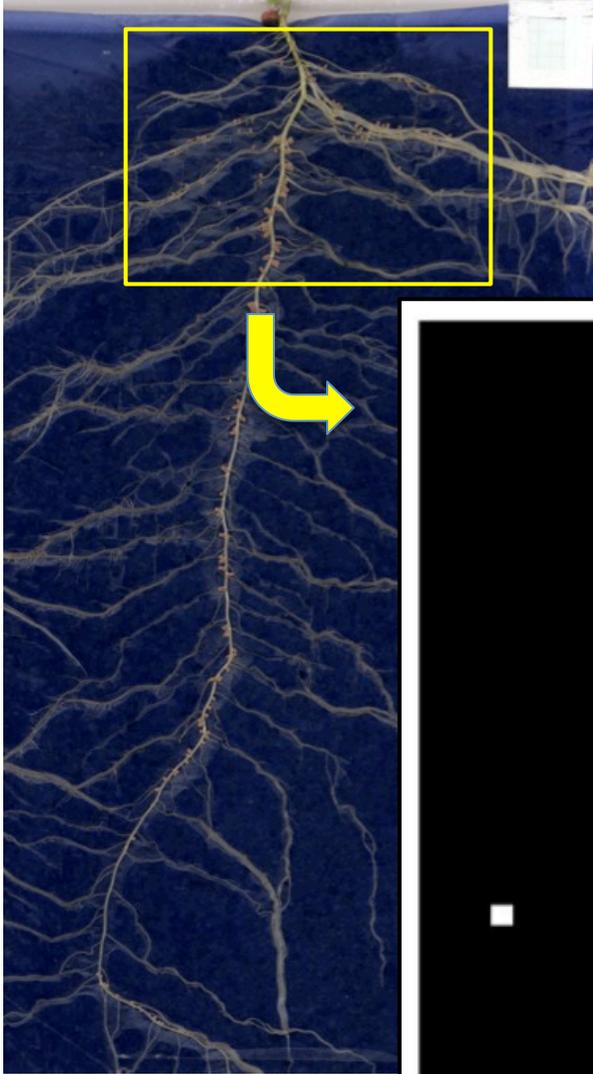


**Espaces hybrides (couleur + texture)**  
(Cointault et al, 2008)





**Nodosités:** Nombre

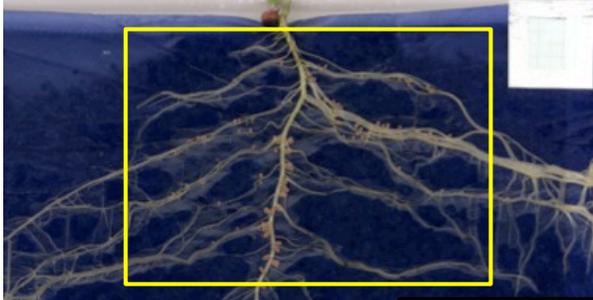


**Image avec nodosités**

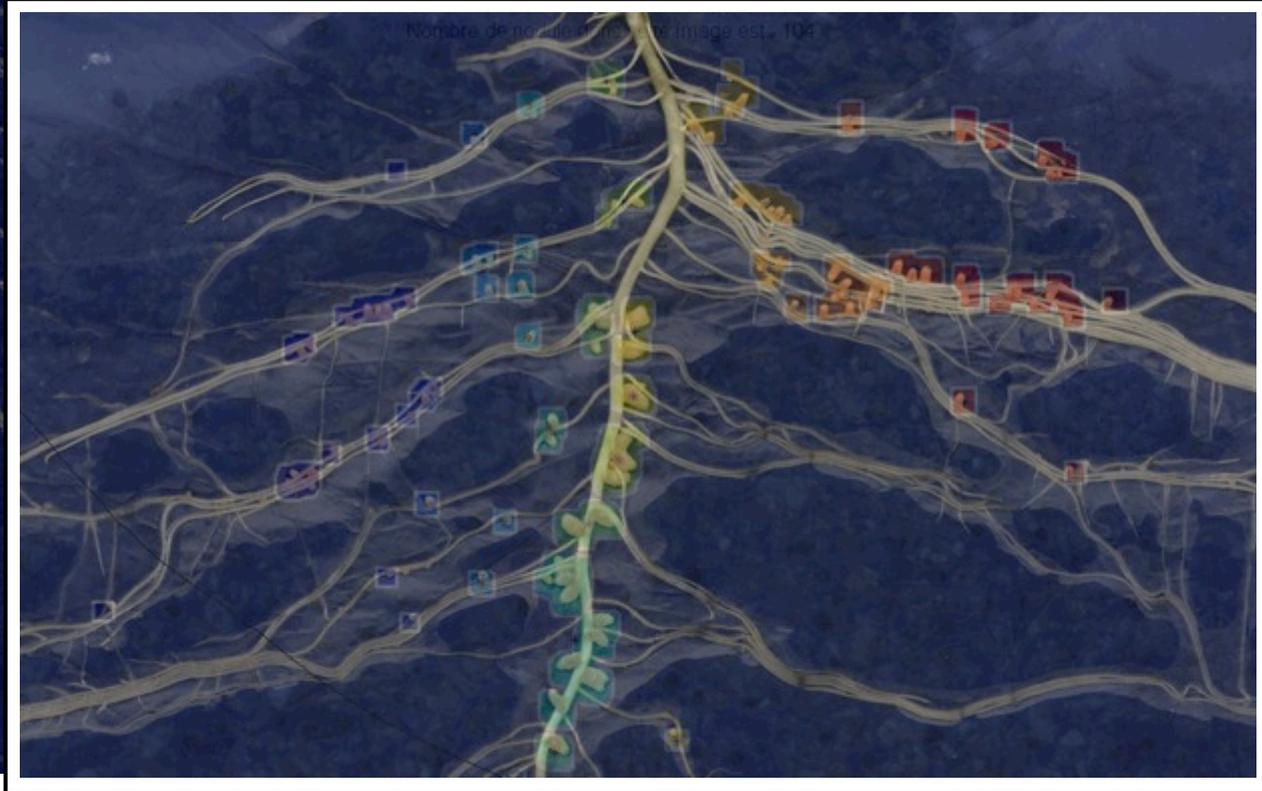




**Nodosités:** Nombre

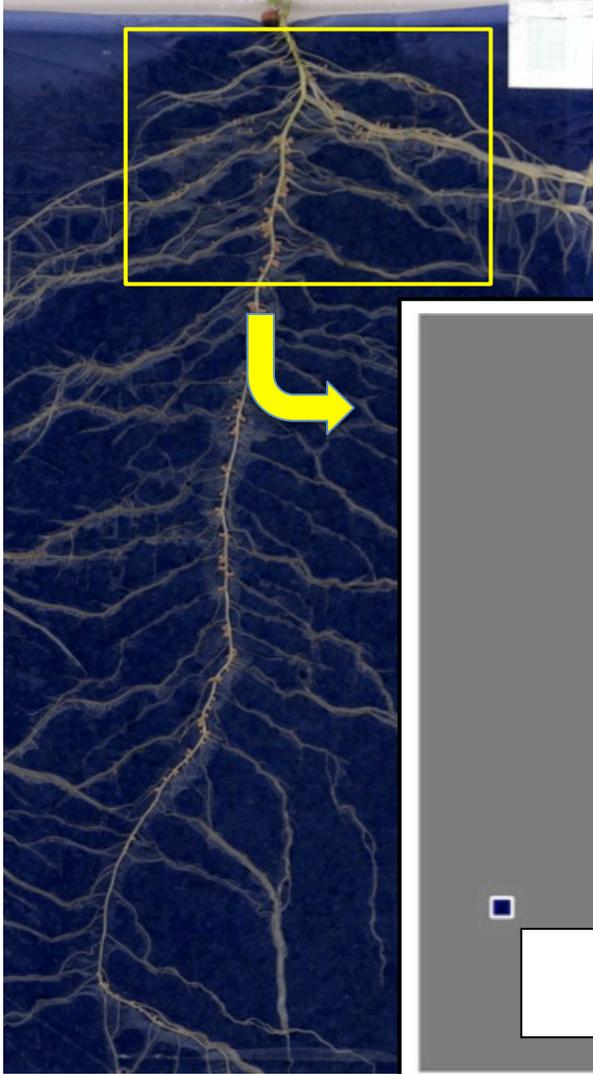


**Image originale + nodosités détectées**

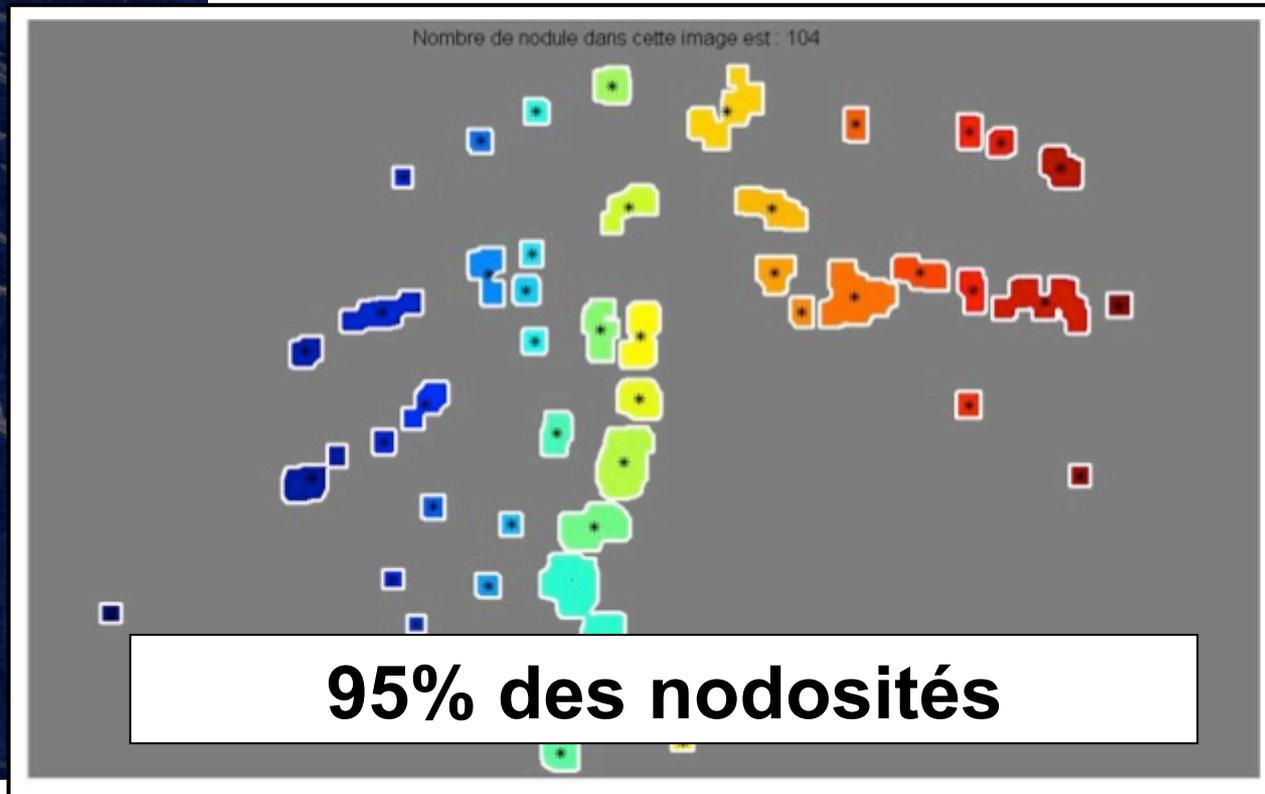




**Nodosités:** Nombre

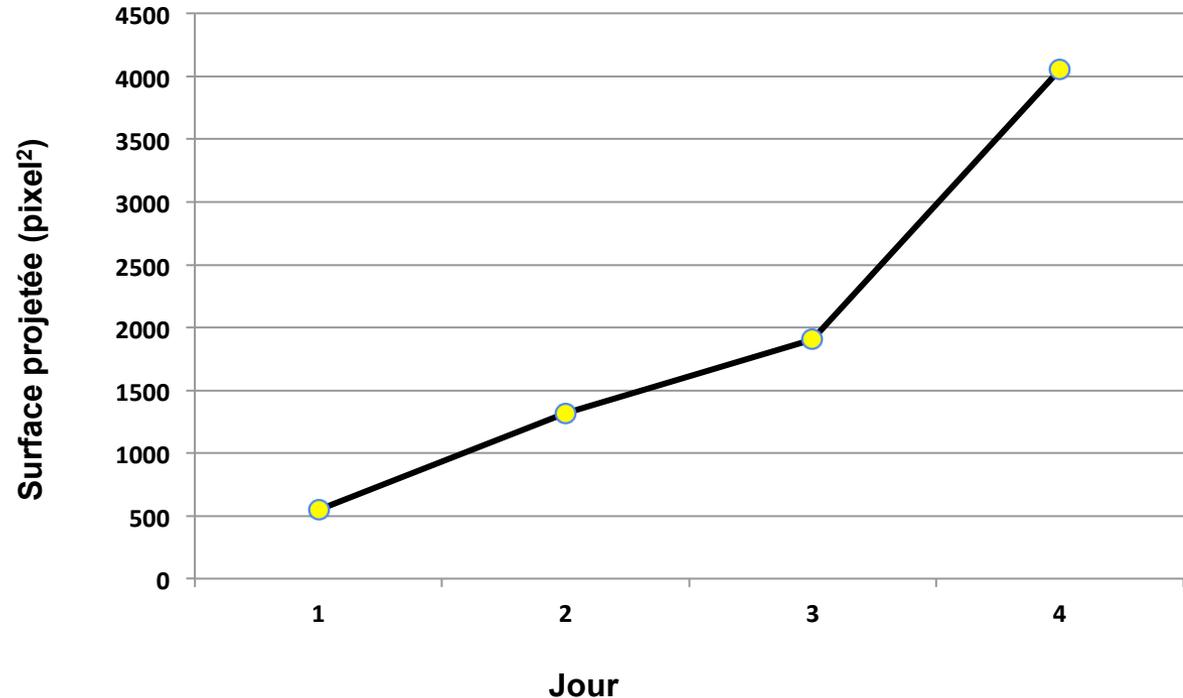
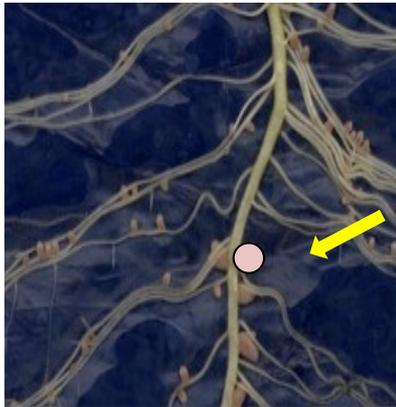


**Nodosités détectées automatiquement**





**Nodosités:** Nombre, surface projetée, position, couleur, taille



## Dynamique de la croissance nodulaire

Ruffel et al. (2008), *Plant Physiol.* 146: 2020-2035.

Salon et al. (2009), *CRAS*, 332 :1022-1033.

Jeudy et al. (2010), *New Phytol.*, 185:817-828.

*Thèse Simeng Han (unpublished)*



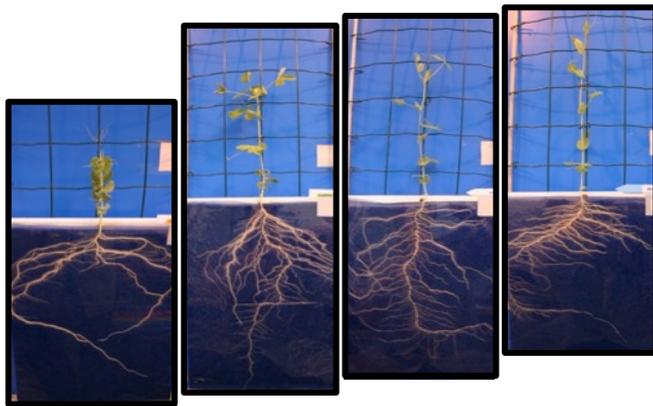
# Traits phénotypiques, exemples

**Nodosités:** biomasse comparée entre différentes conditions de croissance

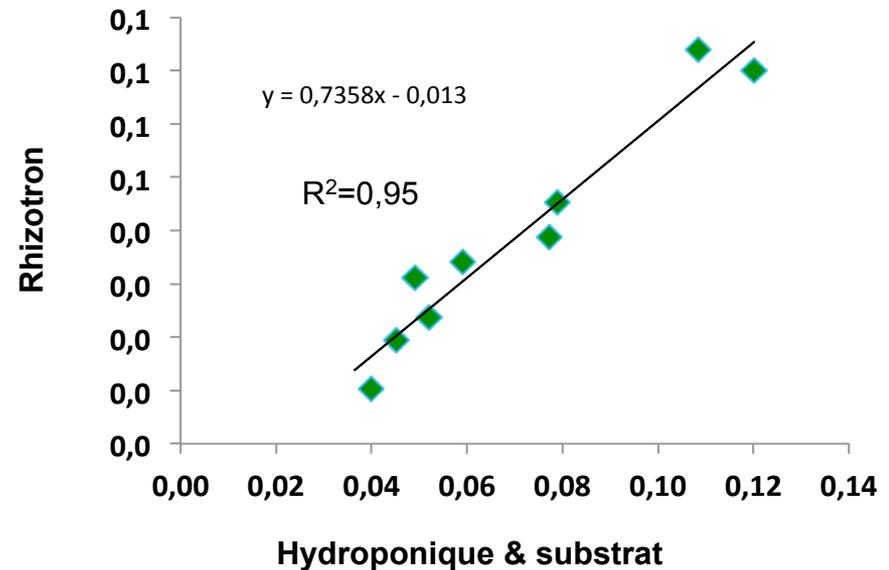
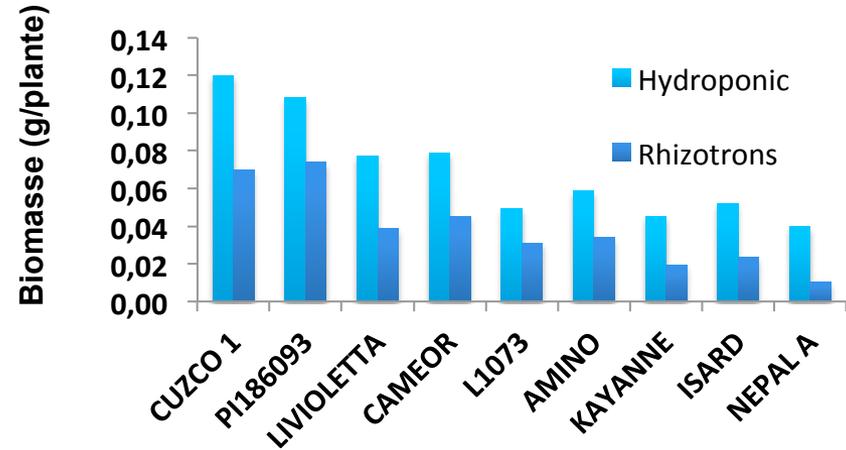
## Pea core collection



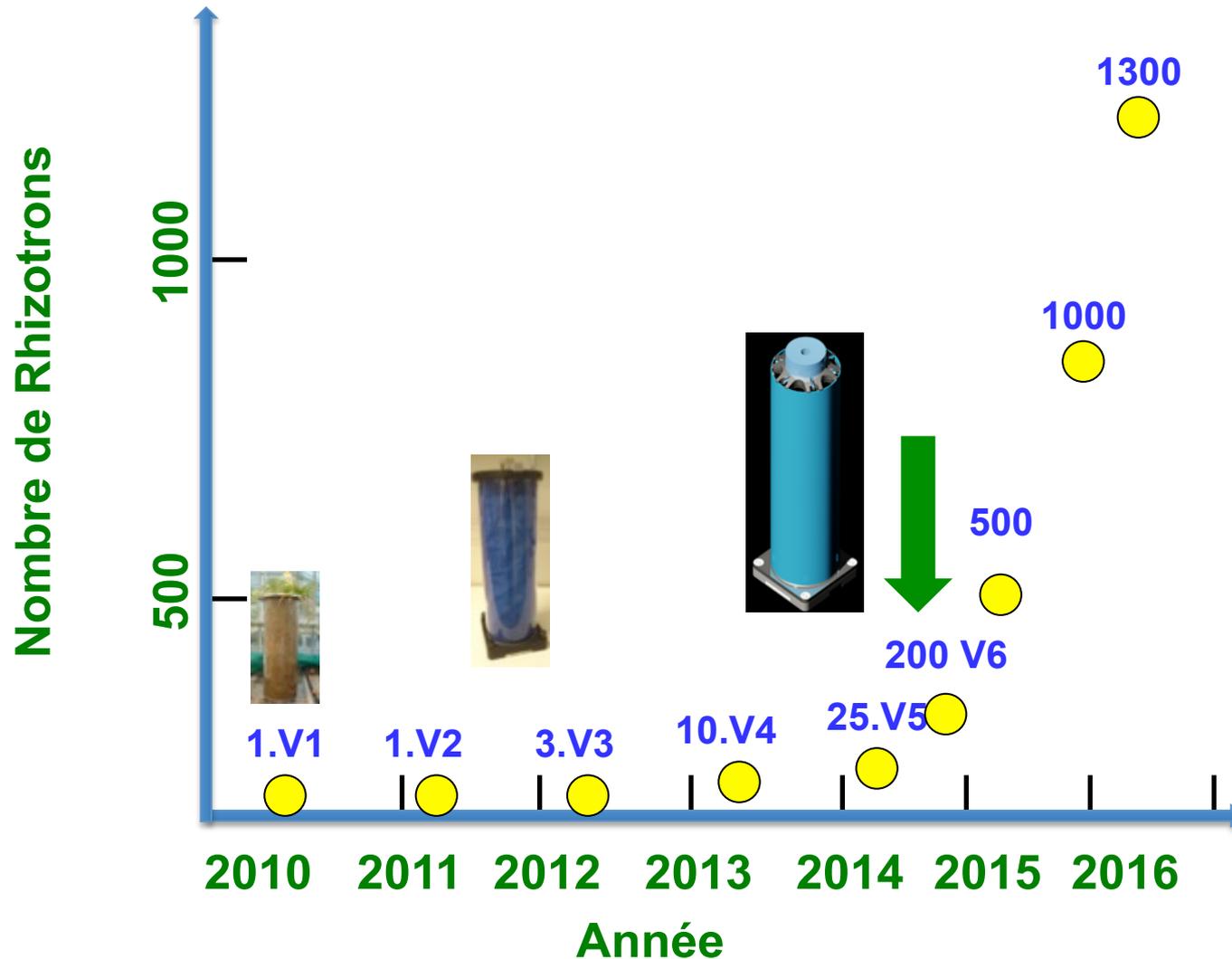
AMINO KAYANNE L1073 CAMEOR



ISARD CUZCO LIVIOLETTA PI186093



- Augmenter le nombre de rhizotrons

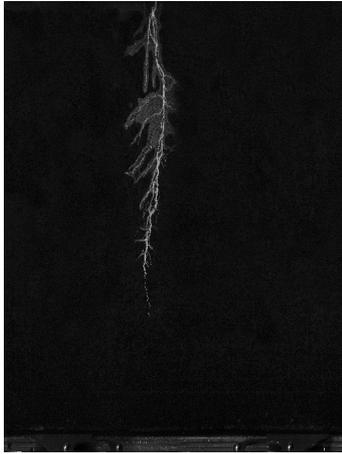


- Augmenter le nombre de rhizotrons
- Valider “Vf” des rhizotrons

Robustesse des traits (rhizotrons vs pots):

- intraspecific,
  - interspecific,
  - en modulant l’environnement a-biotique

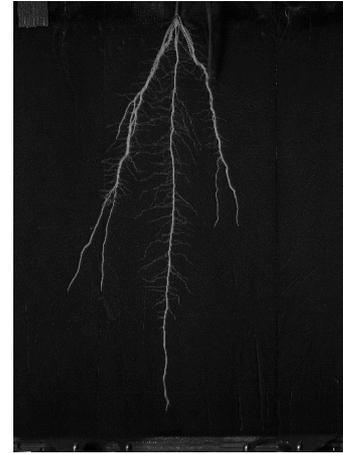




Blé



Colza



Maïs



Medicago

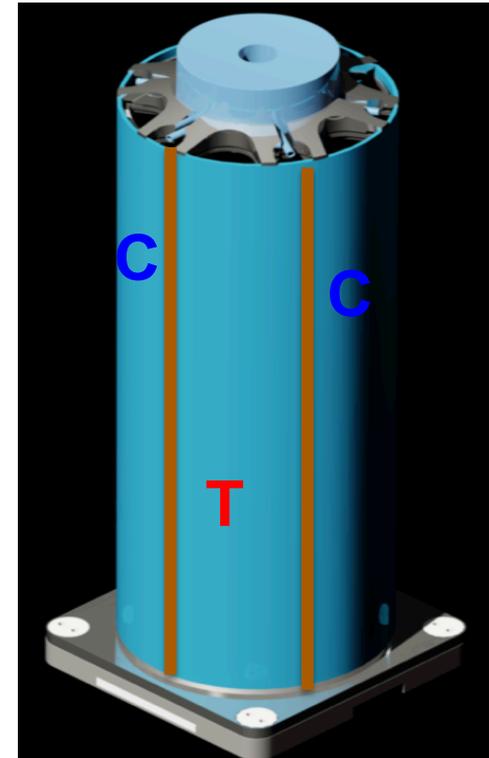
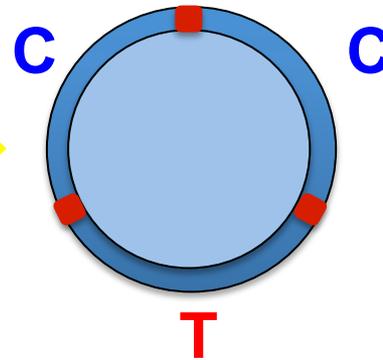
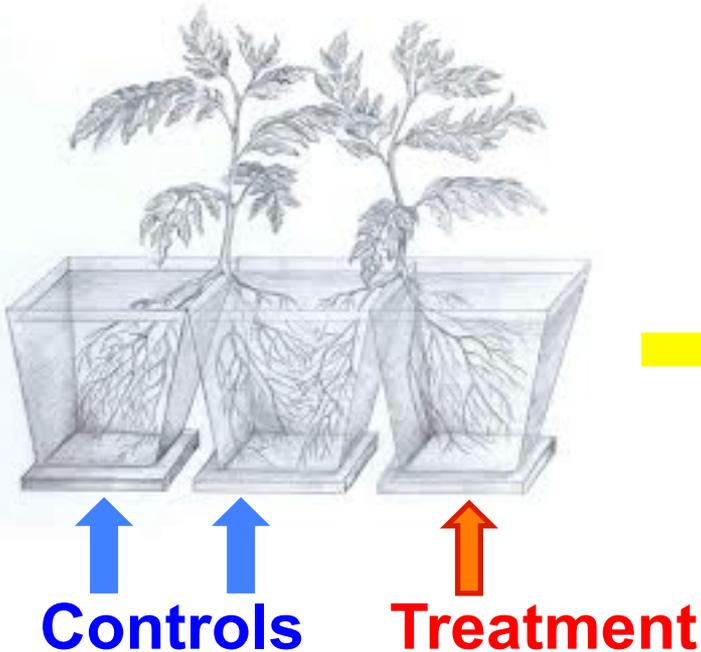


Pois



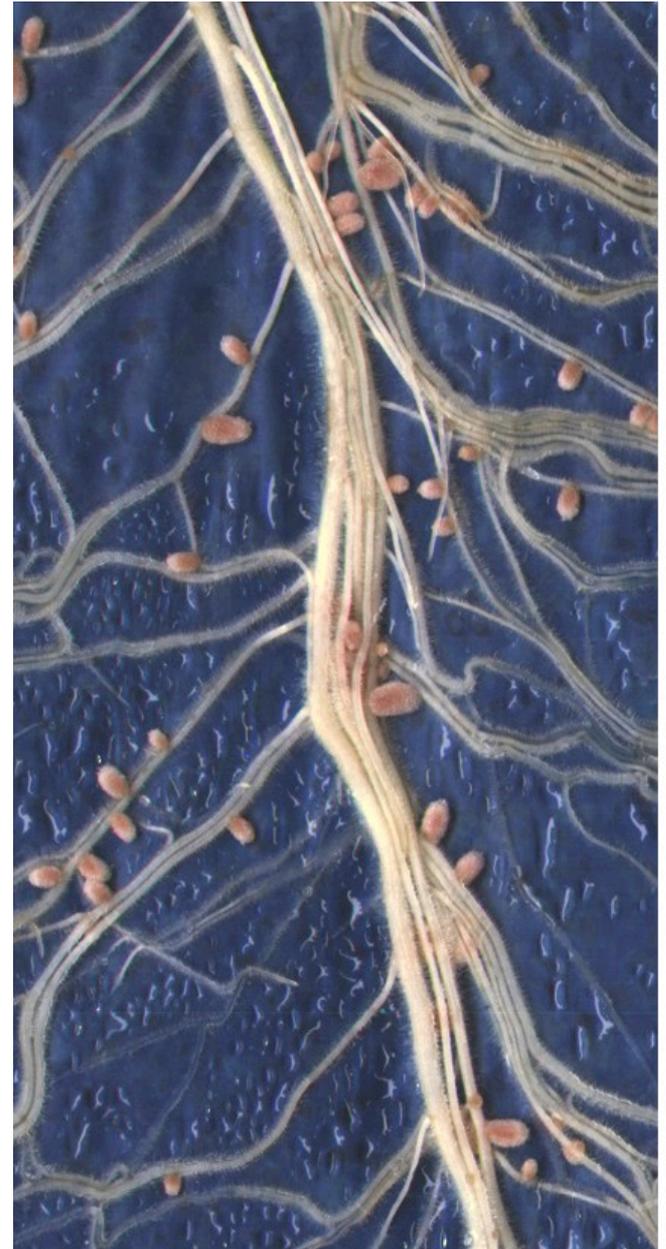
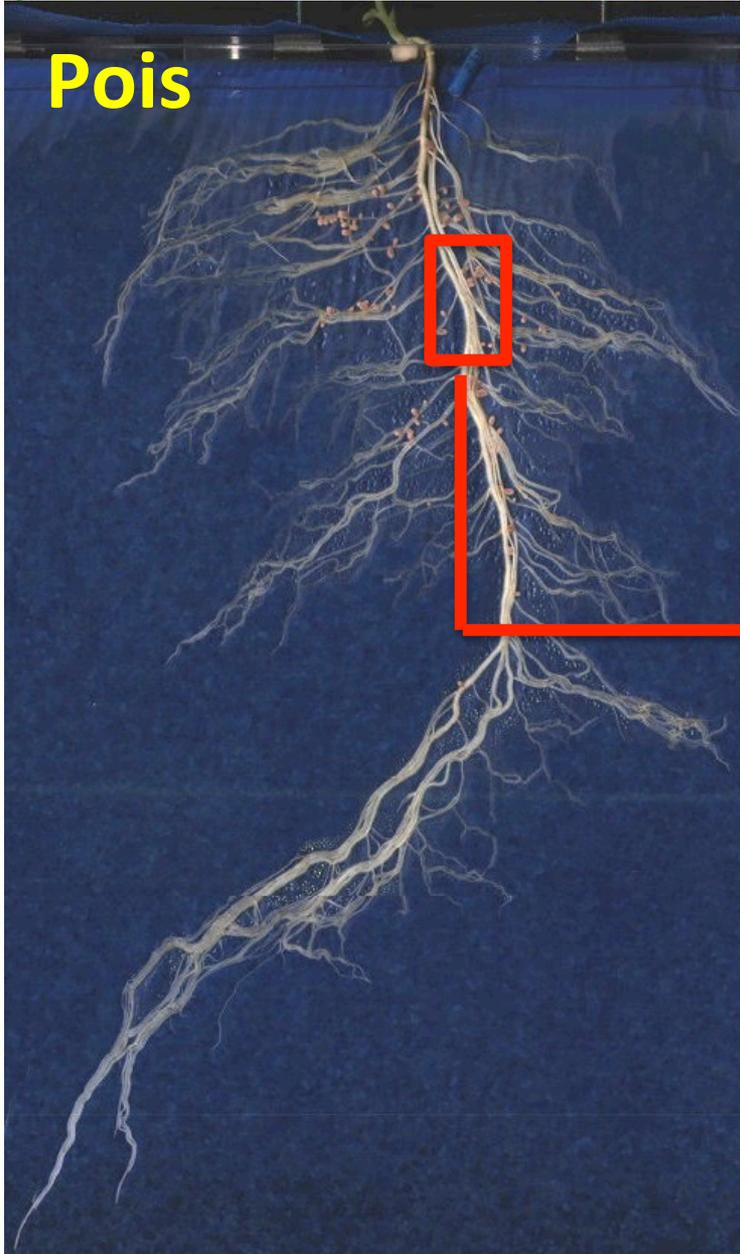
Vulpie

- Augmenter le nombre de rhizotrons
- Valider “Vf” des rhizotrons
- Split Rhizotrons

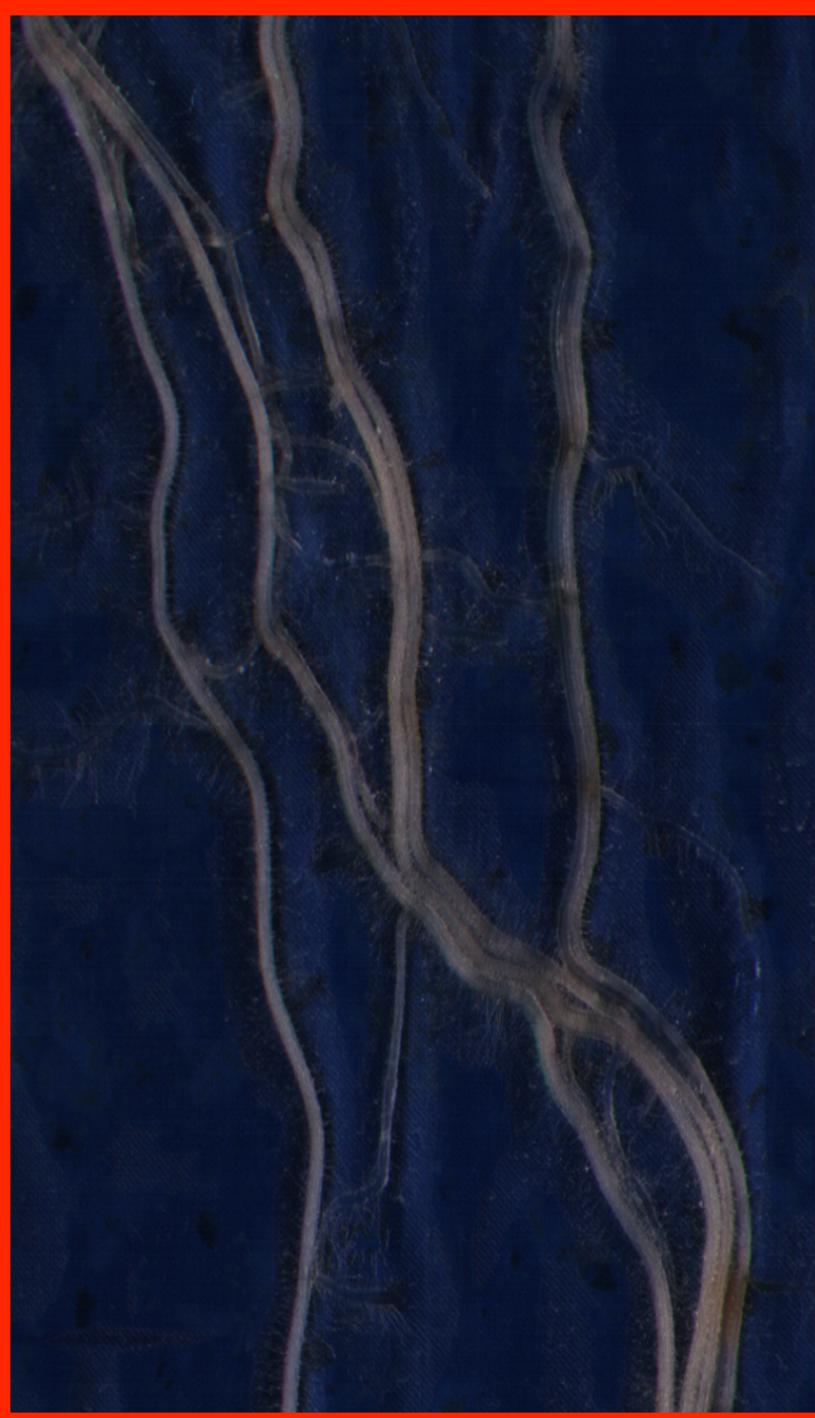
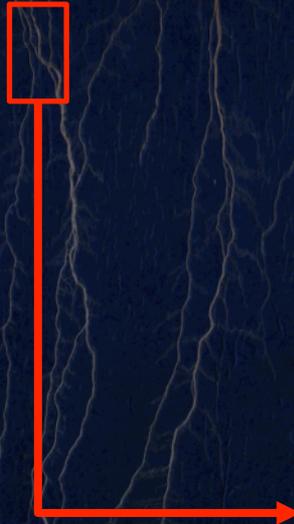


- Augmenter le nombre de rhizotrons
- Valider “Vf” des rhizotrons
- Split Rhizotrons
- Traits fonctionnels (couleur, NAAS)

Pois



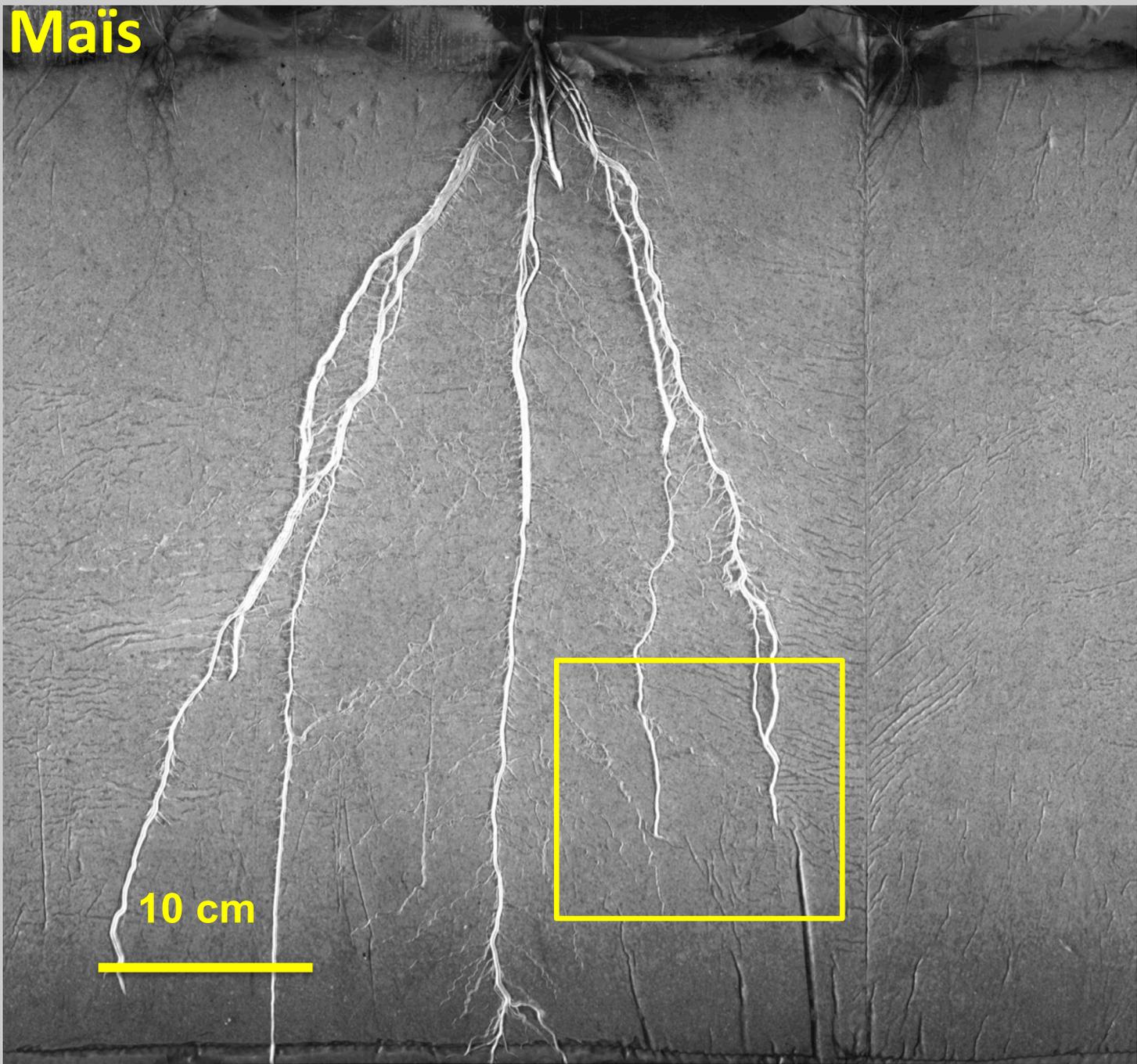
Blé



Pois et blé



**Mais**



**Mais**

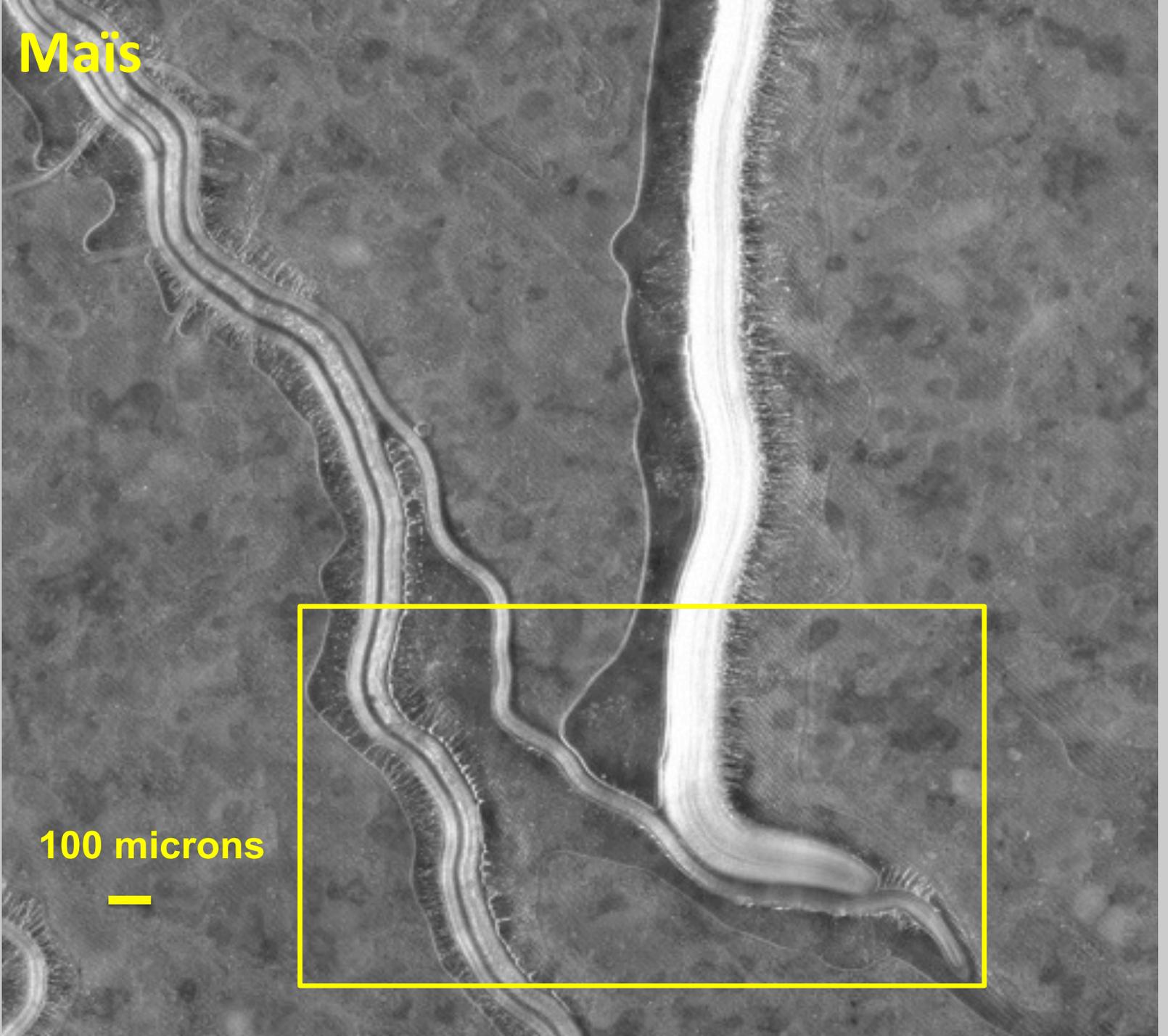
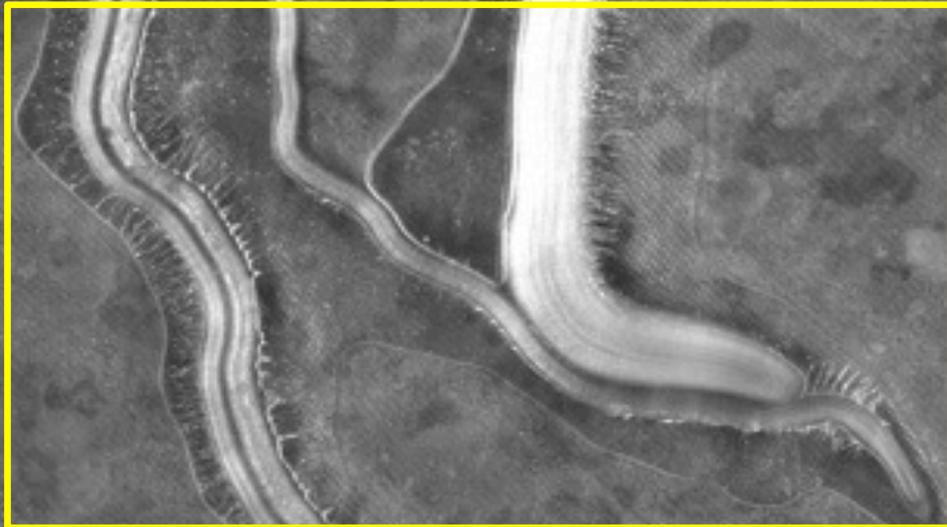


**1 cm**



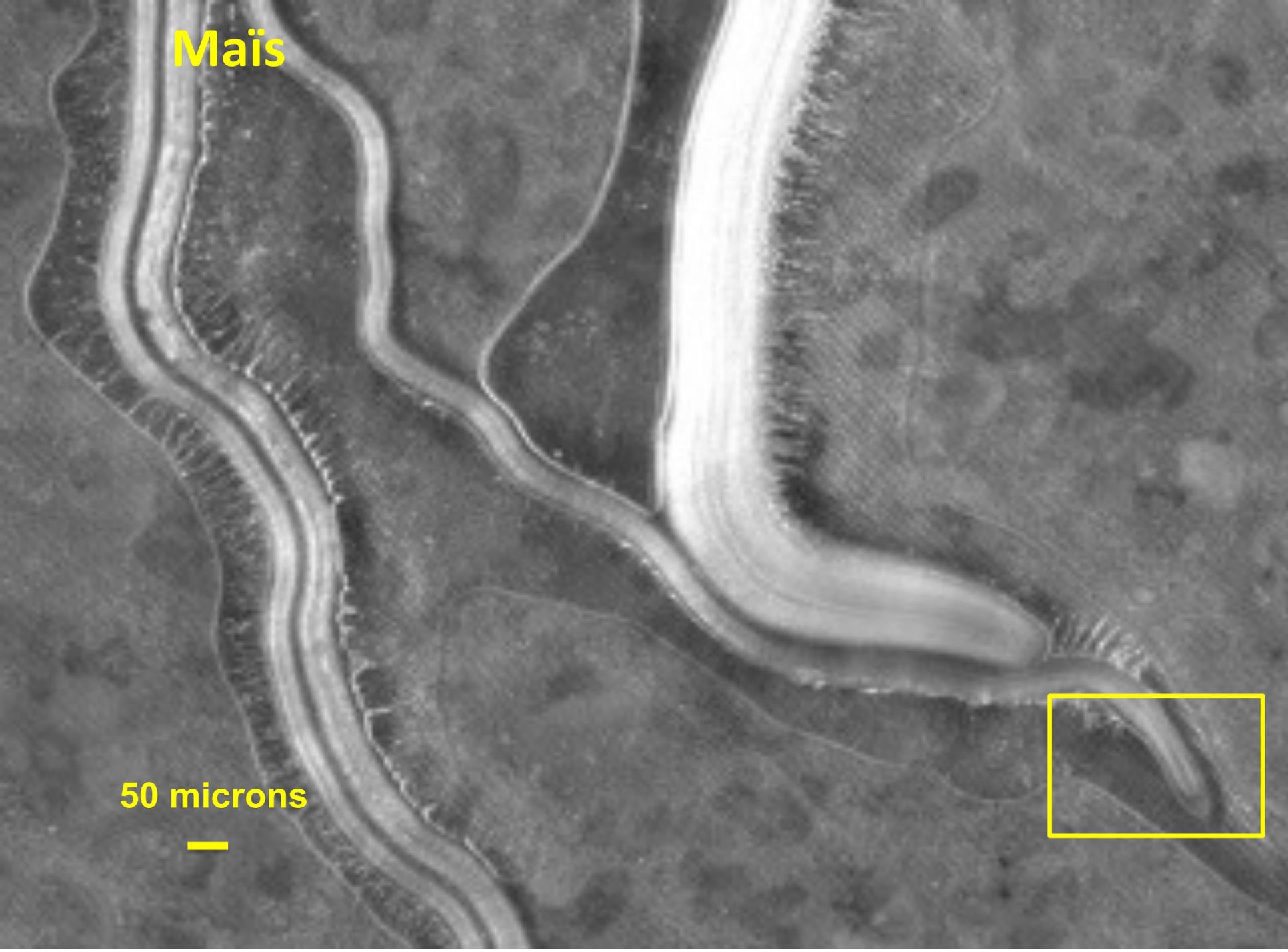
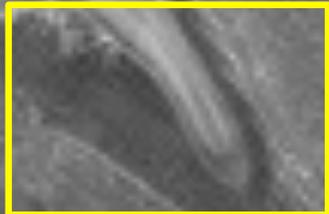
**Mais**

**100 microns**



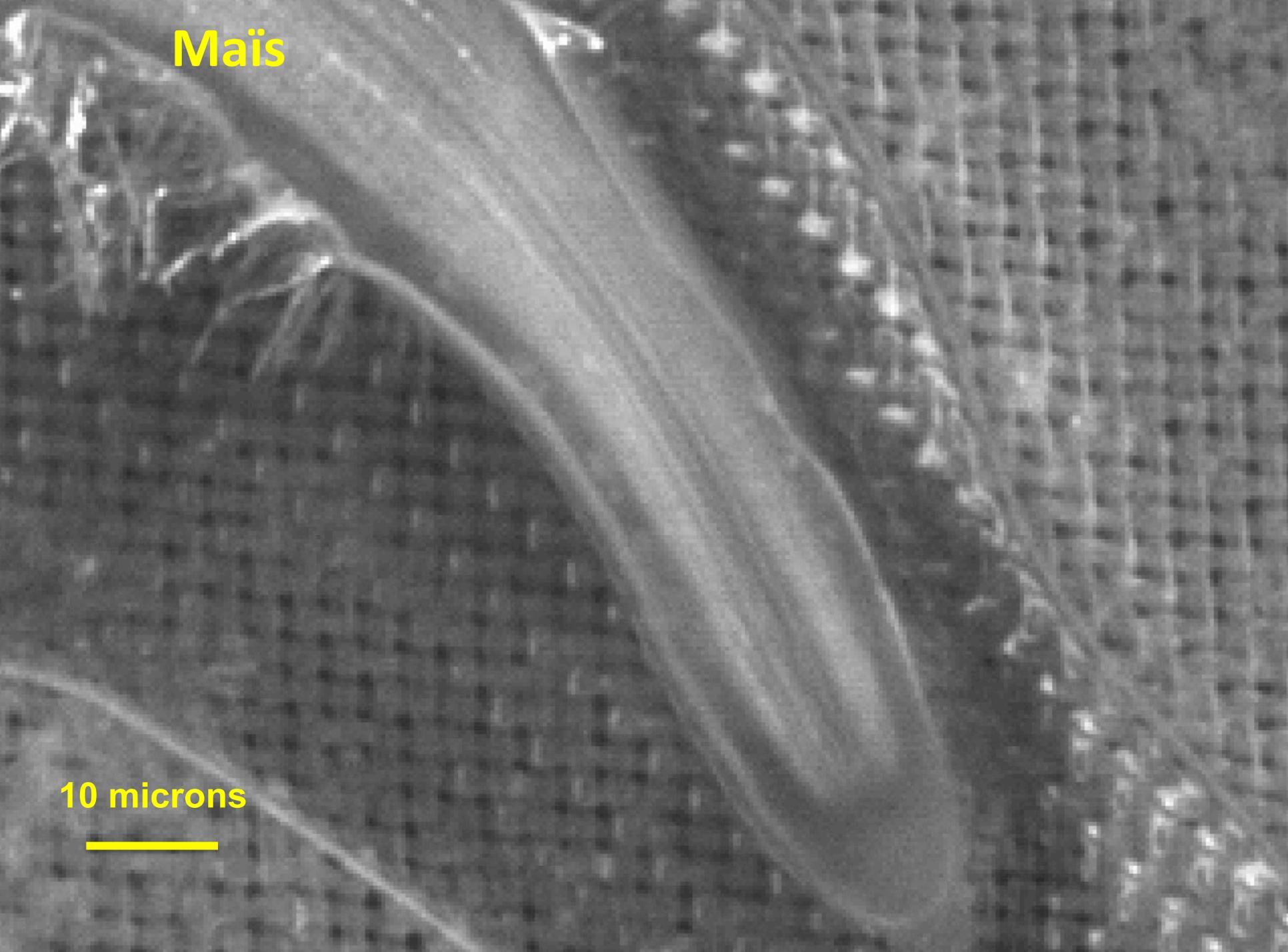
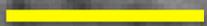
**Mais**

**50 microns**

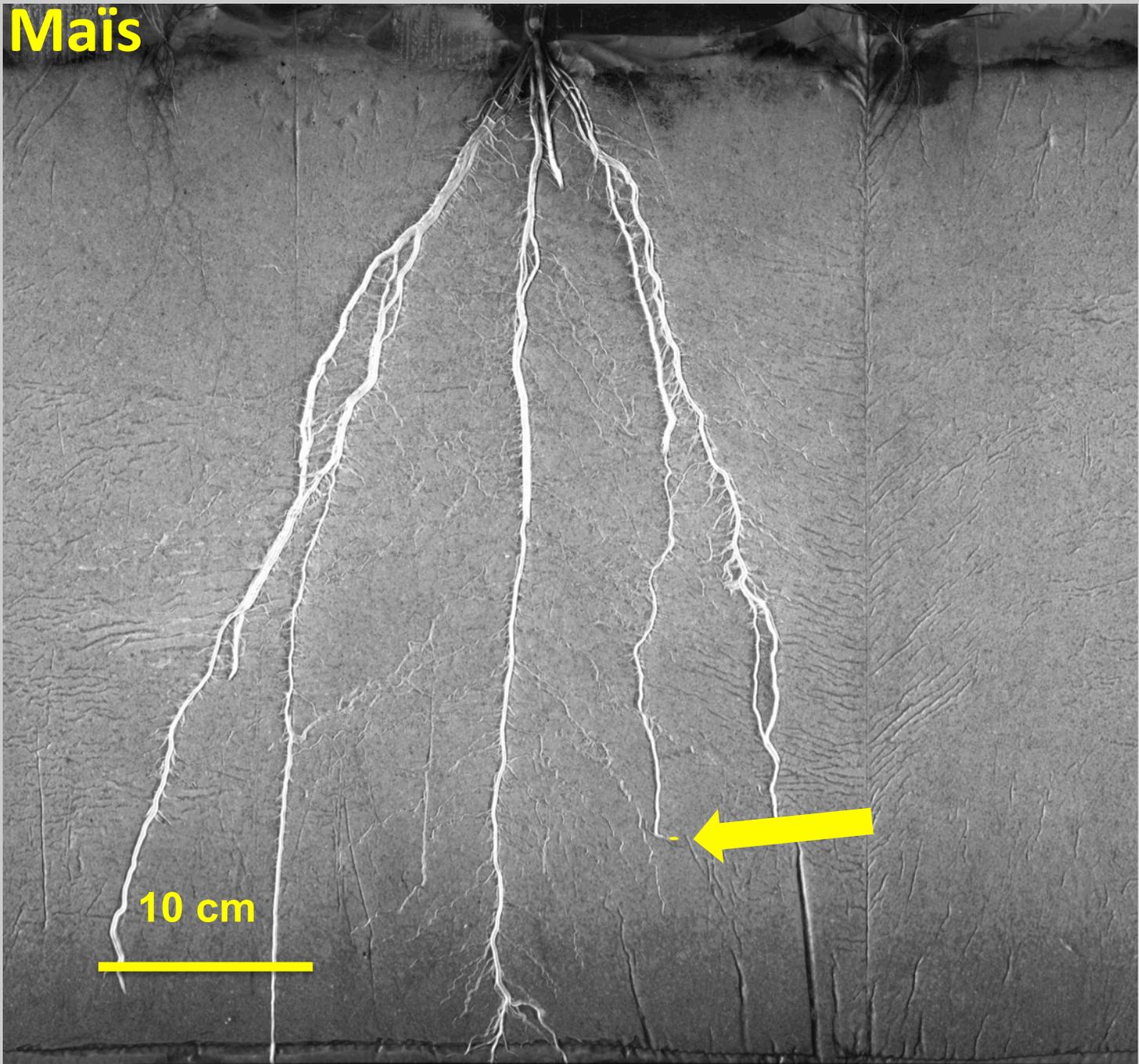


**Mais**

**10 microns**



**Mais**





Dijon



Montpellier

## ***Formation responsable de plateforme C Bernard par L Cabrera (Février 2014)***

- bases de l'**analyse d'image** avec la toolbox LemnaTec
  - Ex sur un projet FP7 EPPN : analyse des fake plant
- **modalités d'export** des données d'analyse d'image avec DB Import/Export de LemnaTec
- **mise en forme des données** sous Excel (avec tableau dynamique croisé )
- **exemple de gestion** à Montpellier (1 bdD Lemna par expérience / Dijon / 1 base commune à la plateforme )
- **capacité à échanger les algorithmes** d'analyse entre PF: limité par LemnaTec (encodage)
- **Echange sur les outils** nécessaires pour manipuler les données (R à Montpellier)



Dijon



Montpellier

## ***Base de données, serveur, pratiques***

- Point sur besoin de la PPHD en terme de **base de données** - Jonathan Mineau
- Rencontre pour appui technique sur la partie **Serveur LemnaTec** (fonctionnement / détection des problèmes nécessitant intervention) - Vincent Nègre
- Visite globale et échange sur les **pratiques** entre plateformes



Dijon



Montpellier

## ***Base de données Phénome***

- Point sur **volumétrie nécessaire** et gestion des données avec P Moreau, ect... avec EIC
  - Mise en place d'une offre de service par EIC Dijon avec location d'espace de stockage et d'archivage
  - Analyse des besoin et affinage de la volumétrie pour projet Phénome
  - **Visite des installations dijonnaises** par l'équipe de Montpellier (L Cabrera et B Suard)

## ***Echanges***

- Fourniture du **cahier des charges laveuse** d'ustensiles pour publication sur Montpellier
- **référence sur les outils** utilisés (stop-goutte, ect..) et liste des spare parts
- **sur les modes opératoires** différents et similaire (différent : mise en place avec étiquette code – barre à Montpellier nécessitant pot unique / pré identification à Dijon



Dijon



Montpellier

## *Phénotypage environnemental*

- Préparation cartographie de la serre (avec fish eye)
- Participation Llorenç école technique analyse d'image organisée sur Dijon (C Salon et al)



Dijon



Montpellier

## **Organisation d'atelier et journées thématiques D (C Bernard, C Salon C Jeudy) - M (L Cabrera et B Suard)**

Retour expérience sur fonctionnement général de la PF, le soft (summoning job, randomisation), hard et maintenance, expériences en visible en NIR

Présentation de la rhizobox

- **Analyse d'image :**

Expérience Dijon sur système racinaire, de Montpellier sur shoots, échange sur les développements spécifiques/Lemnatec

- **« Echanges »:**

*Dijon => Montpellier* : capteurs Campbell Scientific, cahier des charges de l'ensemble d'empotage/dépotage

*Montpellier => Dijon* : Algorithmes EPPN « fake plants »,

*Montpellier ⇔ Dijon* : Recueil (base de données) regroupant : les pannes rencontrées (ex stoppeurs, canons, senseurs, courroie, connecteurs ou crépines), procédures mises en œuvre (réparation, maintenance) avec des « tutos »



**Dijon**



**Montpellier**

**Organisation d'atelier et journées thématiques D** (C Bernard, C Salon C Jeudy) - M (L Cabrera et B Suard)

- Manip planifiée sur système racinaire (inter et intra spécifique etc) sur Dijon (et Montpellier y participe, comme « expert » sur maïs pi blé, L Cabrera)

### **Méthode de travail 2014 :**

- Journées thématiques (2 J) : Thèmes identifiés.
  - 1- Analyse d'image (aérien, racinaire) avec Montpellier (Llorenç et Benoit), collègues d'Agrosup Dijon (F Cointault et JC Simon, Bastin Billot, D. Rousseau de Lyon)
  - 2- Activités annexes (amont et aval), telles que empotage, dépotage, fert-irrigation, empotage et dépotage, lavage de racines, etc
  - 3- Caractérisation de l'environnement avec Montpellier (Llorenç et Benoit)

**Christian JEUDY**



**Céline BERNARD**



**Frédéric COINTAULT**



**Simeng HAN**

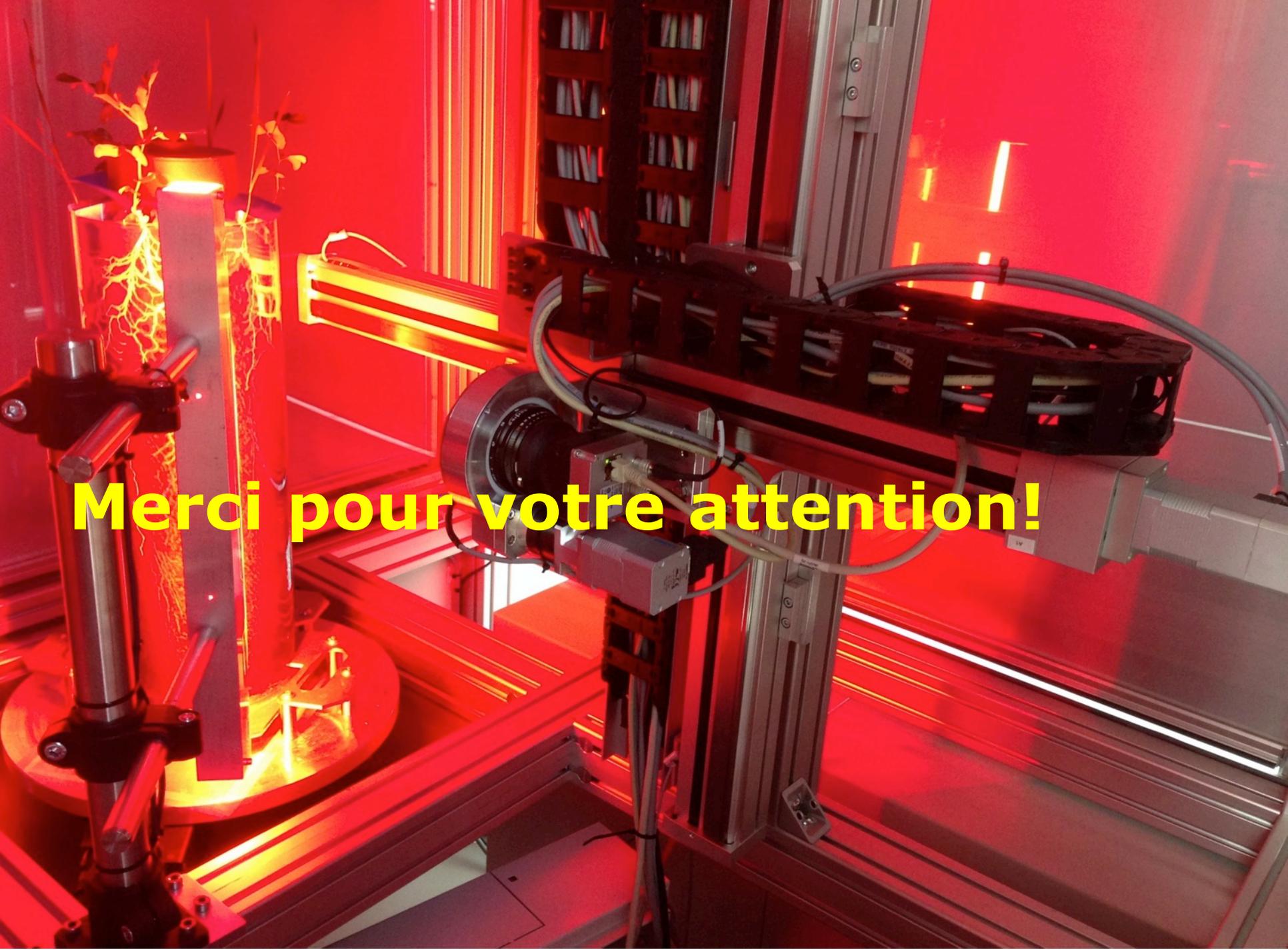


**Mickael LAMBOEUF**



**Christophe BAUSSARD**





**Merci pour votre attention!**