

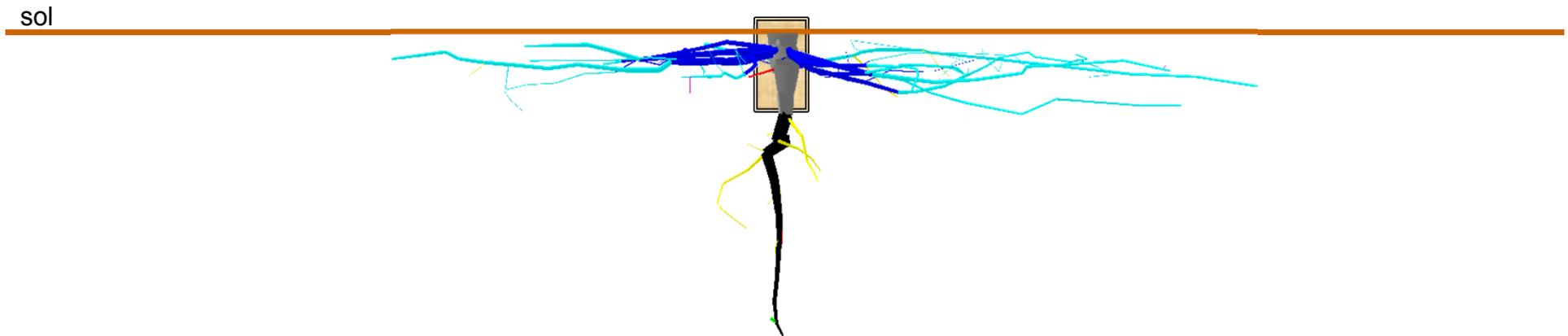
# Evaluer l'altération du modèle architectural du système racinaire d'arbres forestiers par la plantation

Antoine Danquechin Dorval<sup>1</sup>, Frédéric Danjon<sup>1</sup>, Jean-Yves Fraysse<sup>2</sup>, Céline Meredieu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INRA & Université de Bordeaux UMR1202 BIOGECO, F-33610 Cestas <sup>2</sup>FCBA, F-33610 Cestas

## Régénération par plantation : confinement et habillage

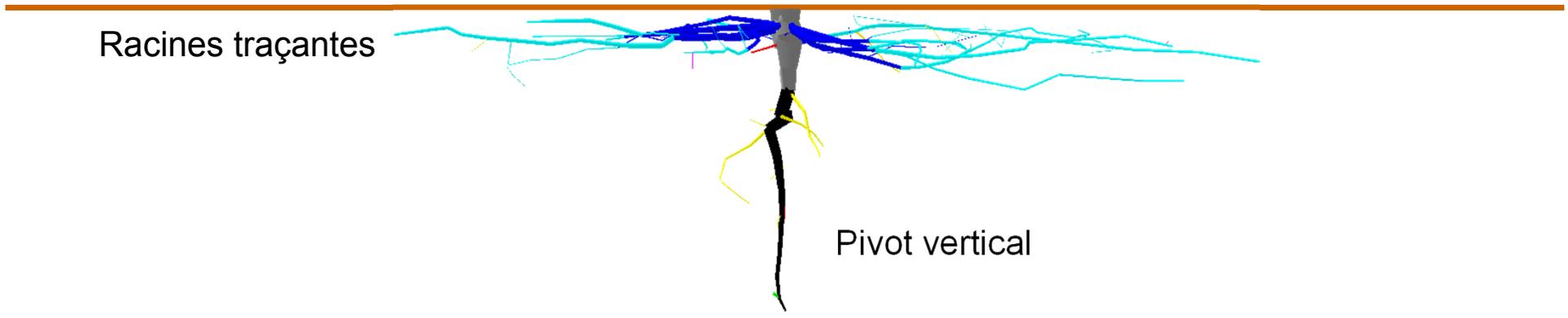
Des centaines de millions de plants d'arbres sont produits et plantés chaque année dans le monde



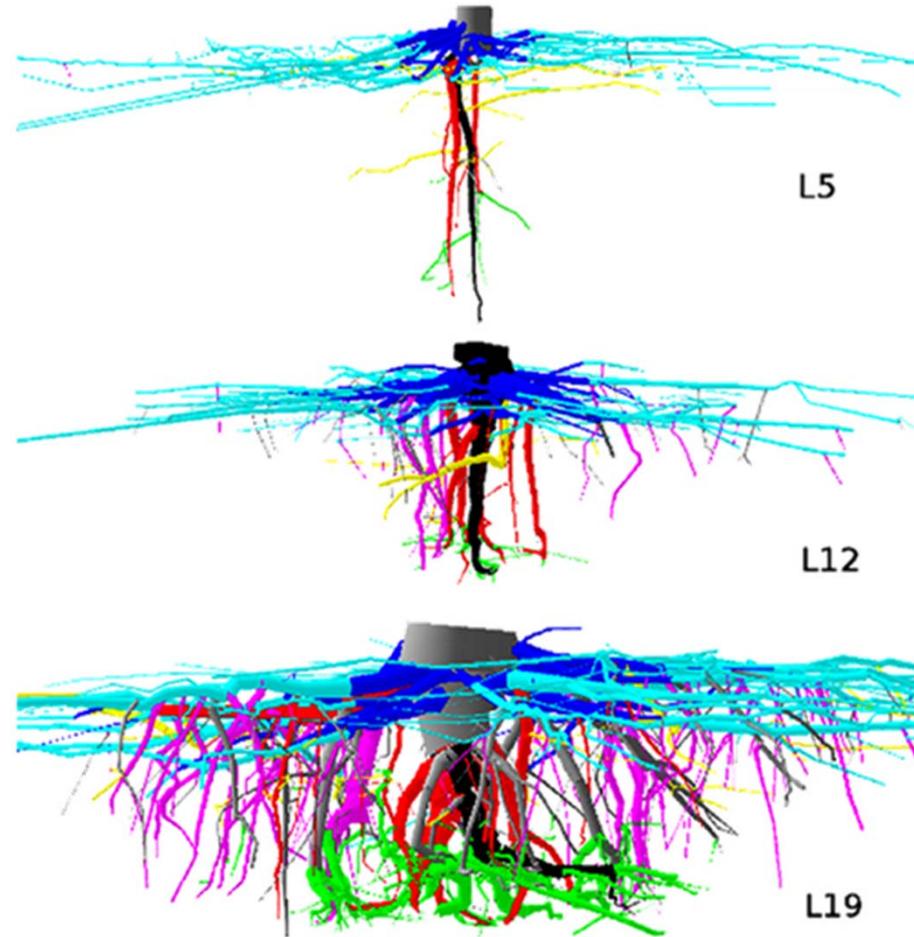
En France, en 2014, **44 millions de plants de Pin maritime** vendus (63% du marché national)

# Développement racinaire

Schéma architectural du système racinaire du pin maritime jeune (Burbidge, 1936)



Le développement racinaire au stade jeune conditionne  
l'architecture racinaire au stade adulte

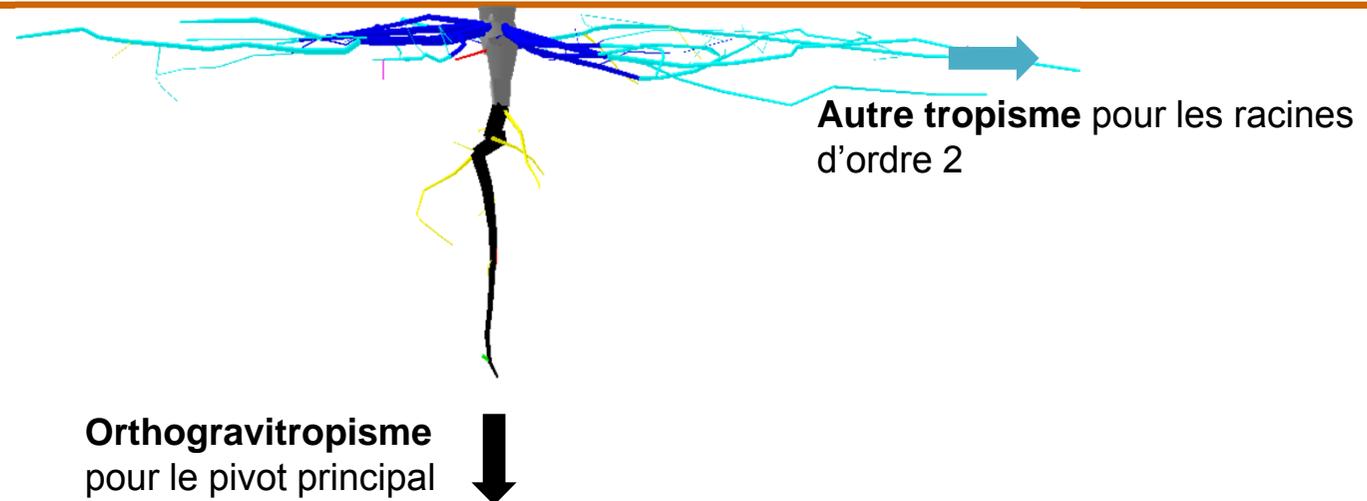


Danjon *et al.*, 2005

Continuum entre l'élevage en pépinières, la plantation,  
l'architecture racinaire des arbres jeunes et des arbres âgés

## Schéma architectural déterminé par le tropisme des axes

**Tropisme** : tendance à croître dans une direction donnée



Perturbations - de la répartition et l'orientation des racines  
- du nombre de racines

- ➔
- l'ancrage (stabilité mécanique)
  - le développement et la croissance (absorption de l'eau et des nutriments et symbioses)

## Des outils pour mesurer et analyser la mise en place des SR

Dans des conditions perturbées par la phase de croissance en conteneur :

Comprendre : - les mécanismes de mise en place des SR  
- les conséquences sur l'architecture du stade jeune au stade adulte

**Quelles mesures pour analyser la résilience de l'architecture des SR face aux perturbations ?**

1. Technique d'extraction et de mesures
2. Repères spatio-temporels sur le pivot
  - Mesures de déformations : modification du gravitropisme du pivot
3. Repères spatio-temporels sur les racines traçantes
  - Mesures de déformations : modifications de répartition des traçantes

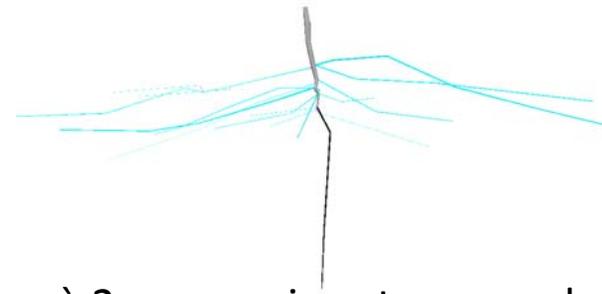
## Analyse rétro-prospective

**Analyse rétrospective** : quelle a été la croissance dans la motte et après la plantation ?

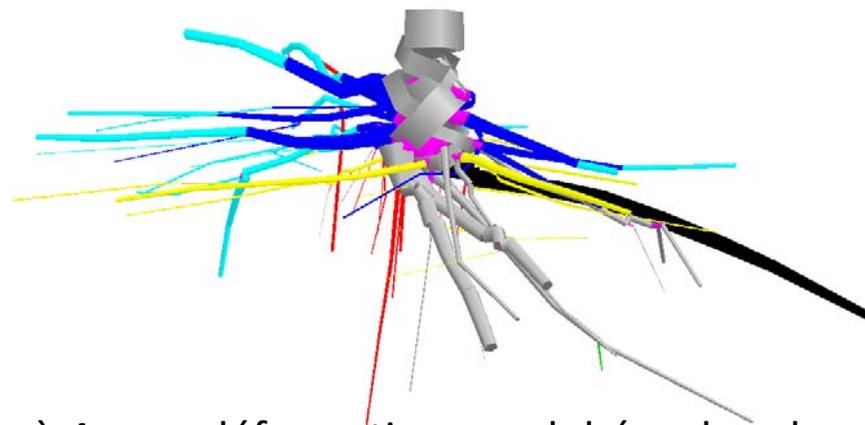
**Analyse prospective** : quel sera le développement dans le futur ?



En forêt, à la plantation, 1 an



à 2 ans : racines trop souples



à 4 ans : déformations englobées dans la souche

**Optimum  
à 3 ans**

(hauteur = 1 m)

**Géométrie 3D & déterrage rapide !**

## Accès aux racines et mesures à 3 ans

Déterrage des arbres à la mini-pelle

Excavation

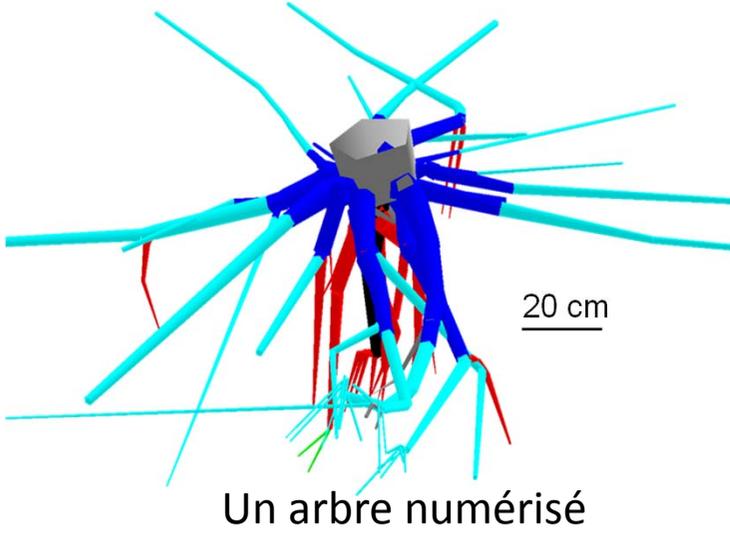
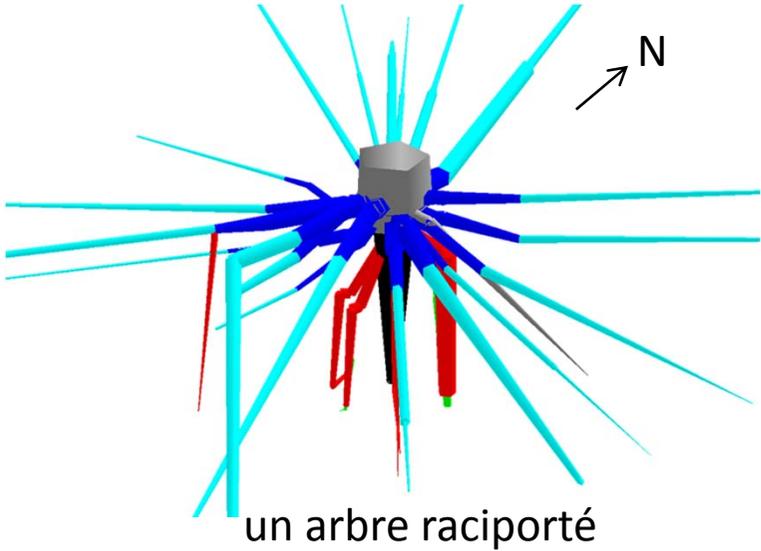


Numérisation 3D de l'architecture des systèmes racinaires



# Méthodes : mesures de l'architecture par raciporteur

Nouvelle technique de mesure de l'architecture sur le terrain



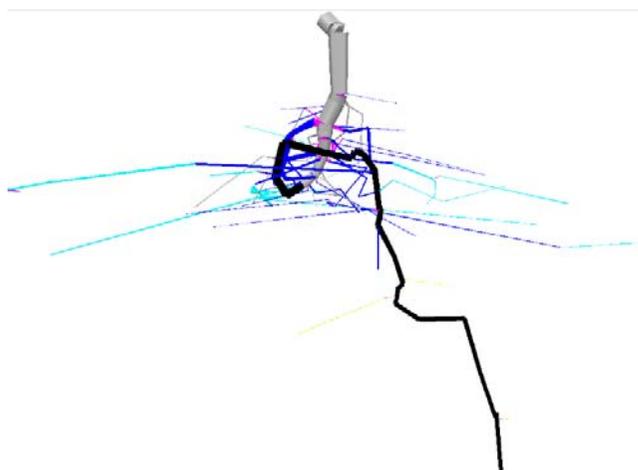
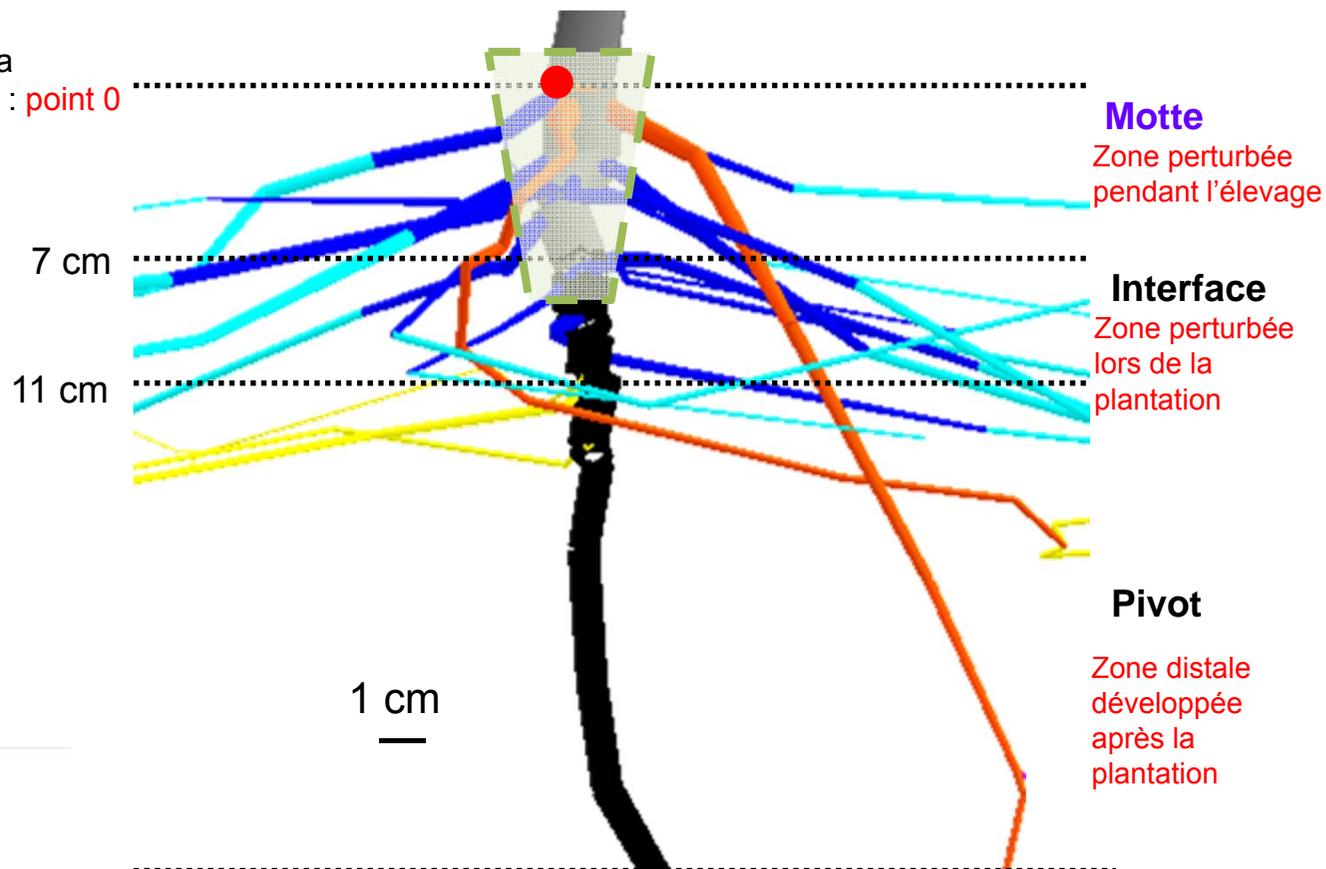
# Positionnement spatio-temporel sur l'ordre I



10 cm

Profondeur de la première racine : **point 0**

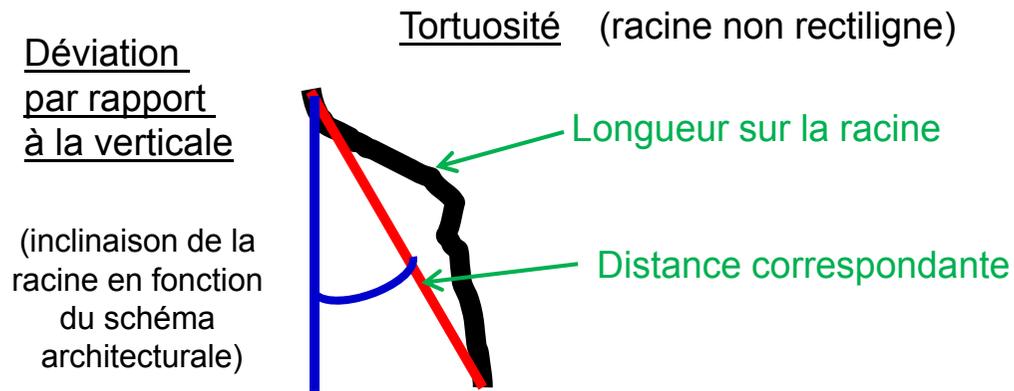
longueur sur l'ordre I depuis le point 0



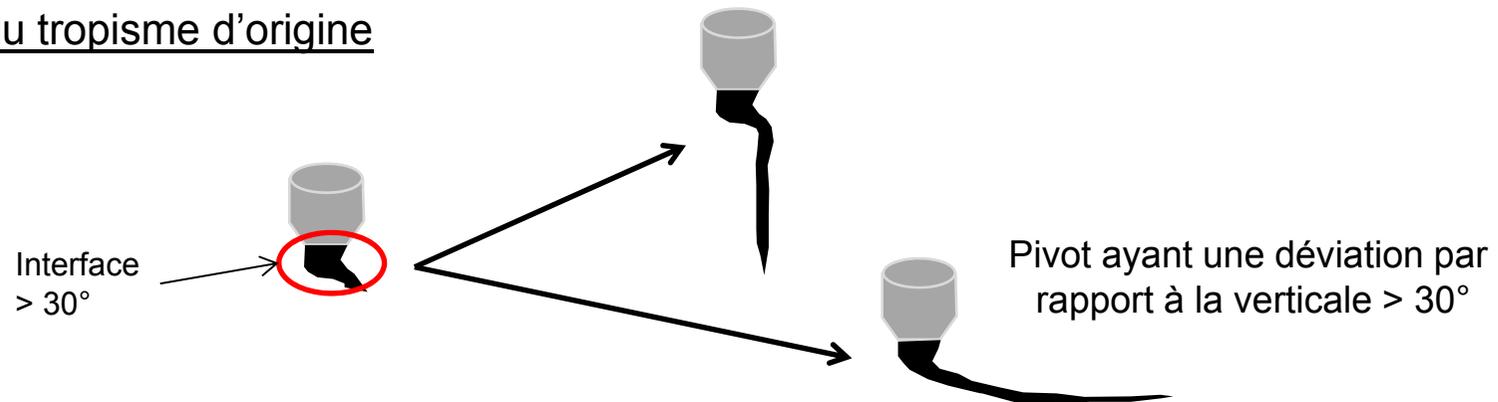
Profondeur du pivot

# Variables de déformations et direction du pivot

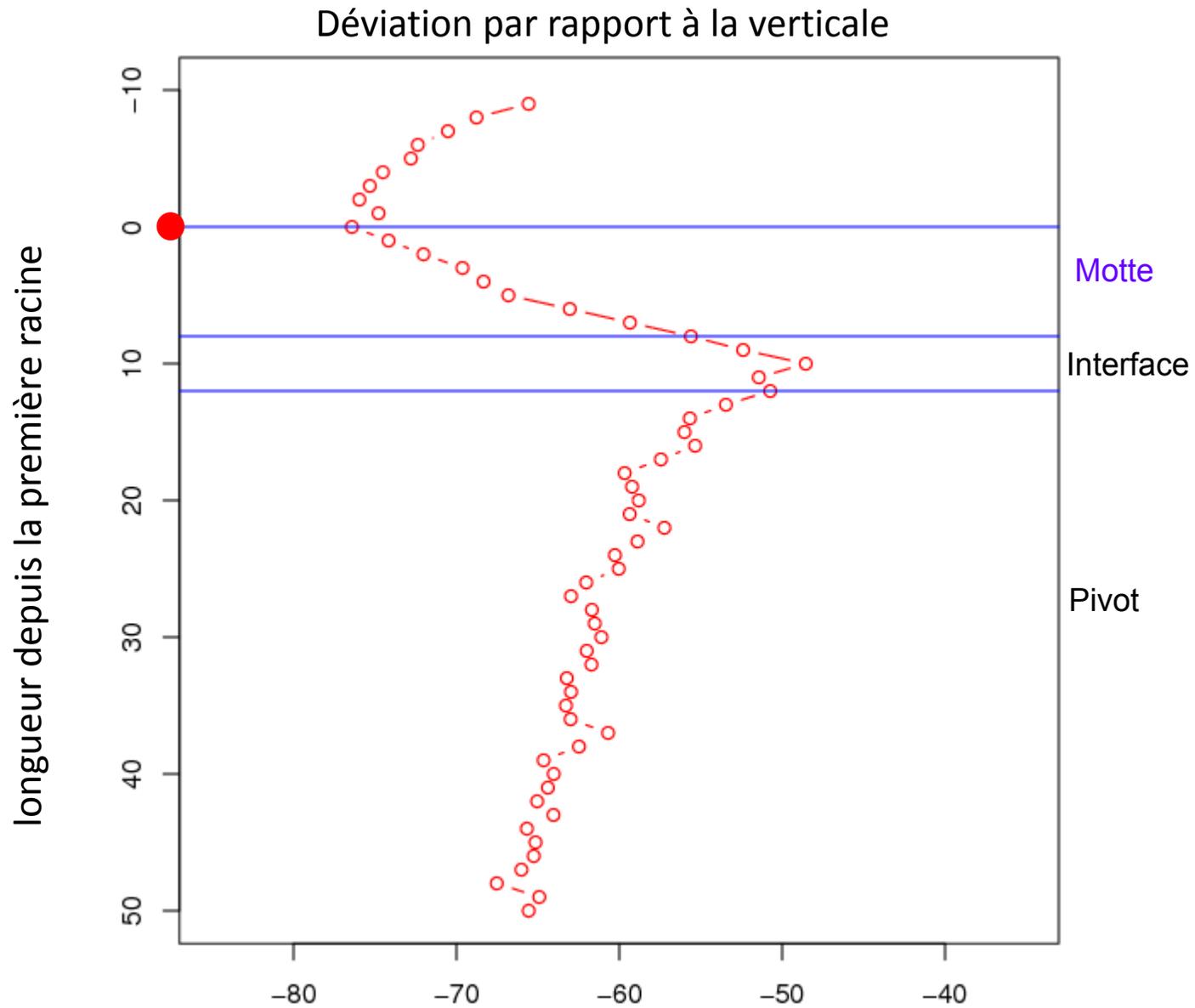
## Variables de déformation sur l'ordre I (souche + pivot)



## Perte du tropisme d'origine

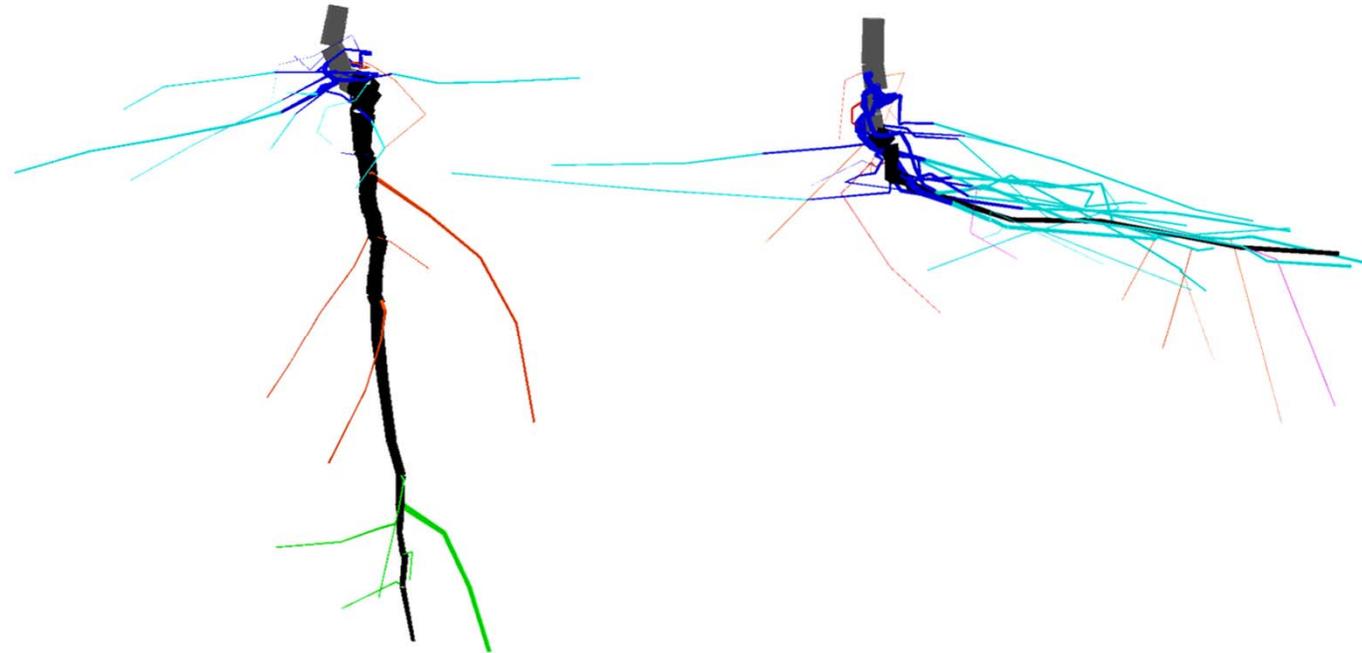


# Variables de déformations et direction du pivot



## Conséquences sur l'architecture racinaire - pivot

Verticalité du pivot

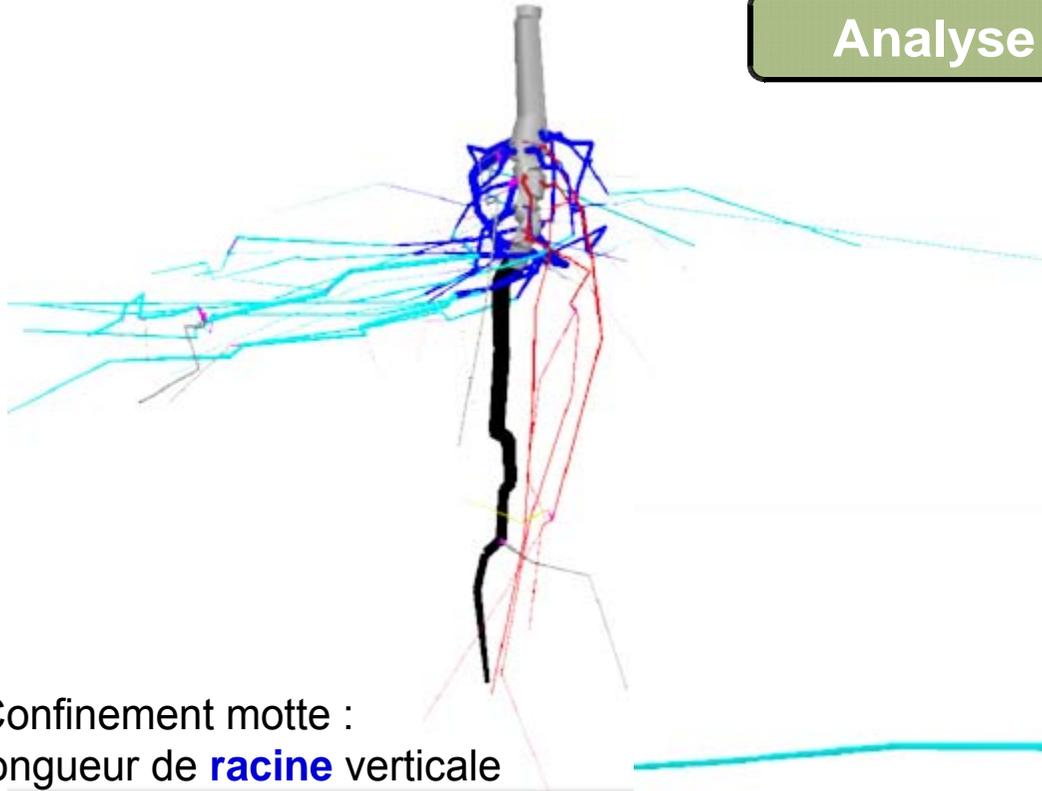


Pivot non vertical → mauvais ancrage au stade jeune

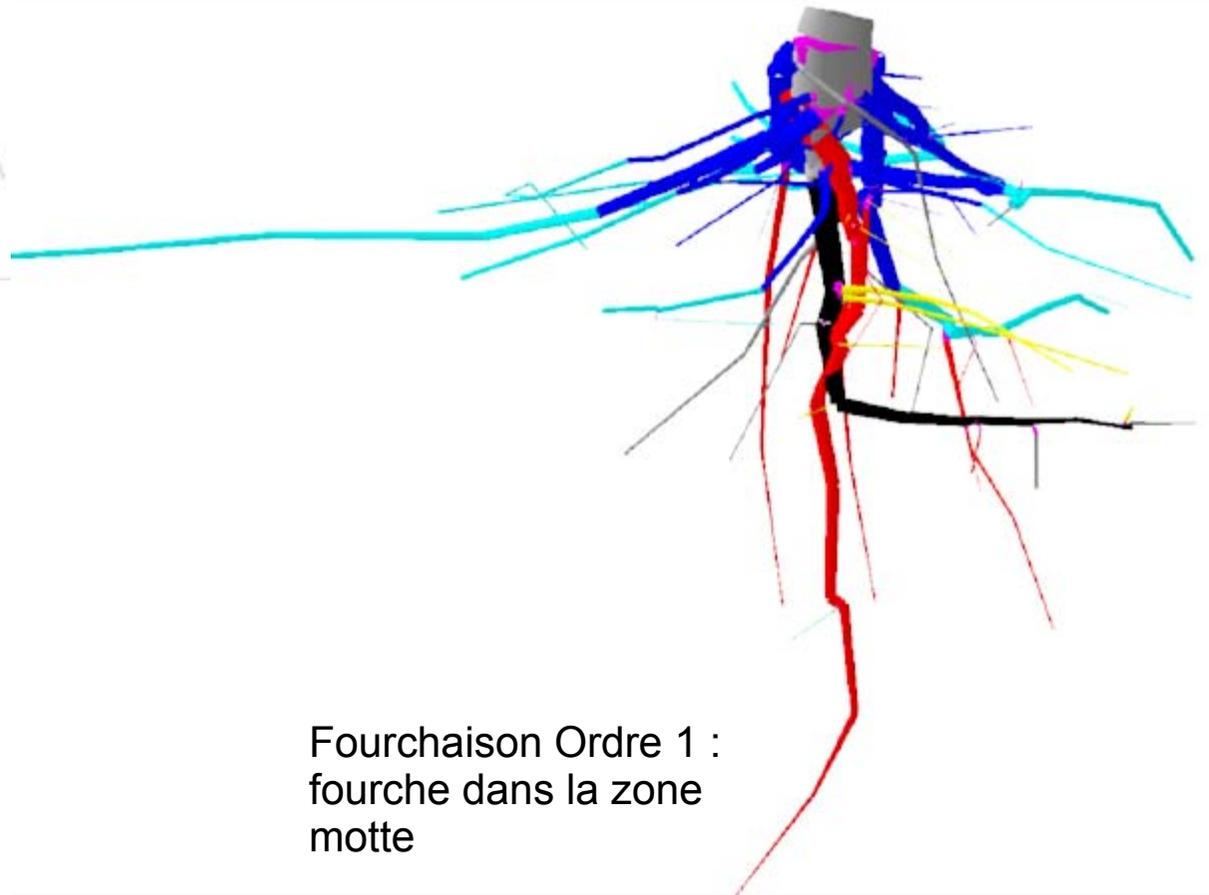
(Crook et al. 1997; Toral et al. 2011; Danjon et al. 1999a)

→ Problème d'accès à l'eau → mauvaise croissance

## Analyse rétrospective = la pépinière

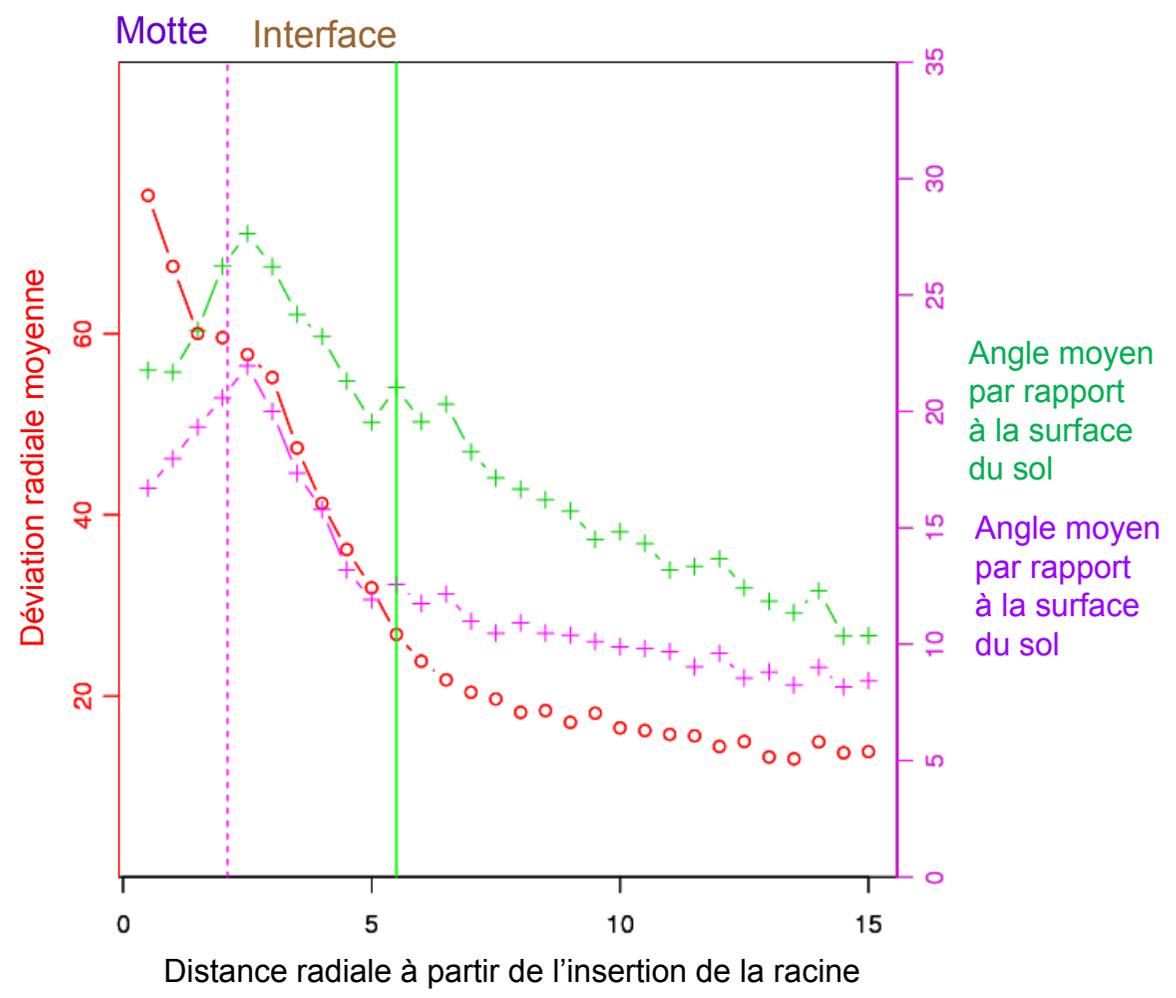


Confinement motte :  
longueur de **racine** verticale



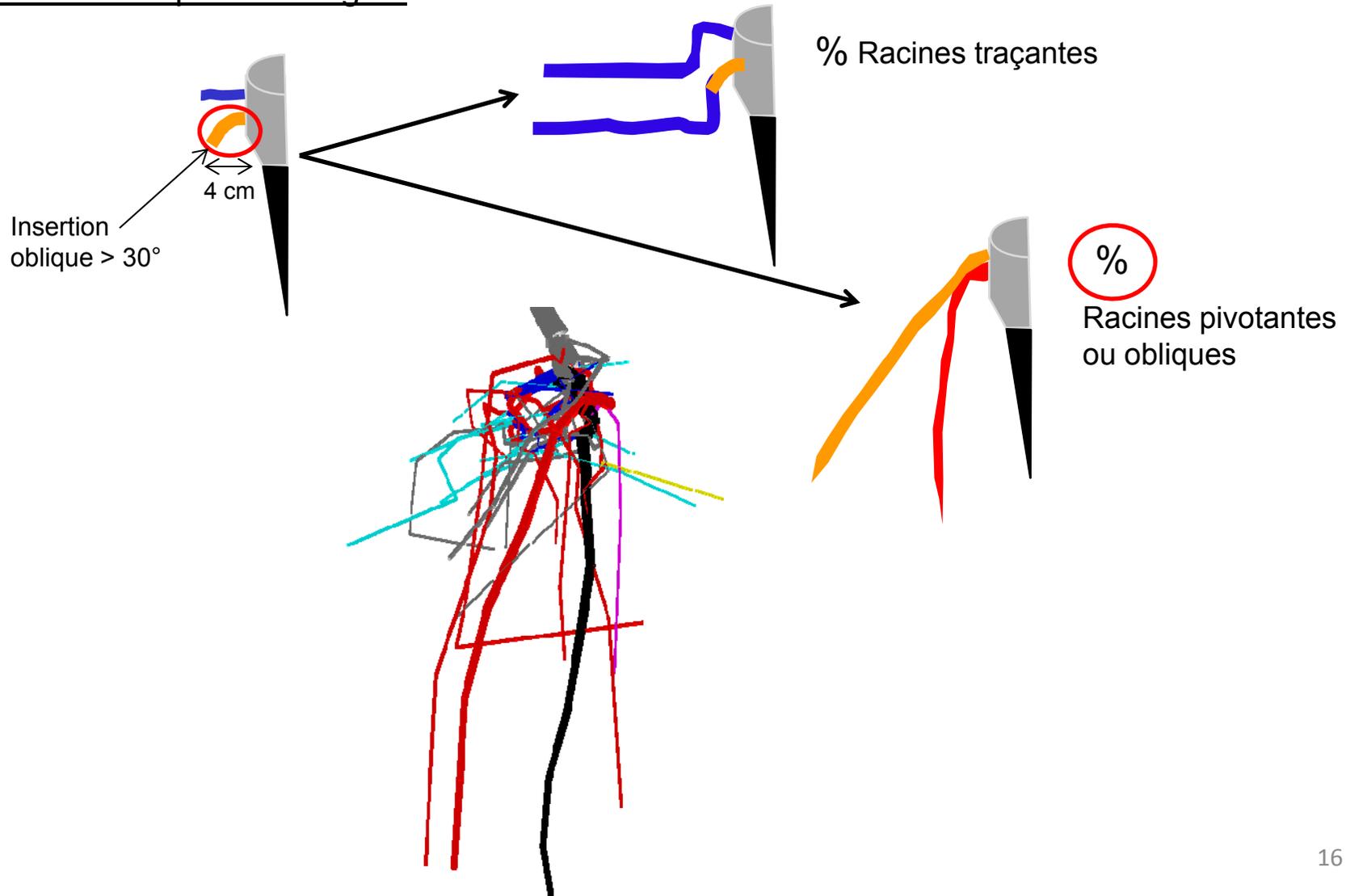
Fourchaison Ordre 1 :  
fourche dans la zone  
motte

# Positionnement spatio-temporel des déformations sur les racines insérées sur la souche



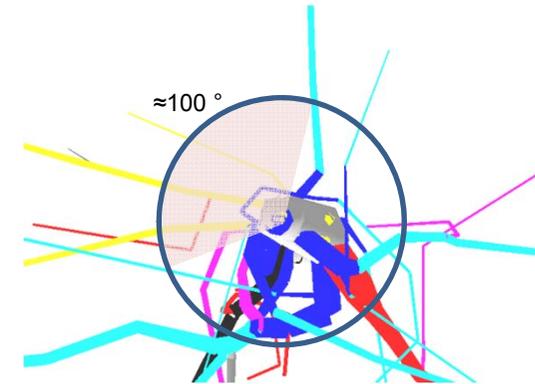
# Direction des racines insérées sur la souche : Transformation de racines traçantes en racines pivotantes ou obliques

Perte du tropisme d'origine



## Conséquences sur l'architecture racinaire – racines traçantes

Taille du plus grand secteur sans racines traçantes



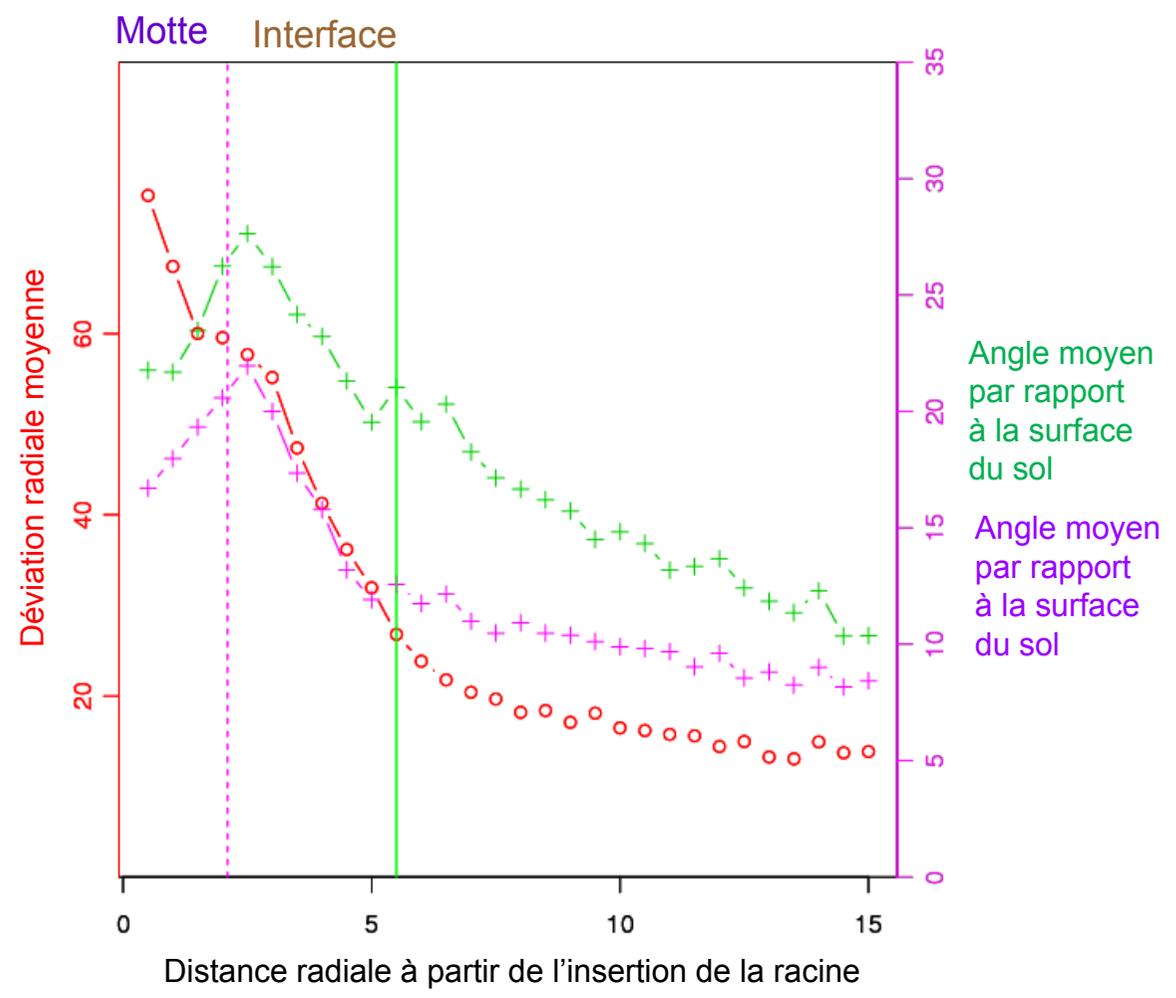
Trop grand secteur sans racines

➔ Cage incomplète au stade mature ➔ mauvais ancrage

(Danjon et al. 2005; Nielsen 1999; Coutts 1983)

➔ Exploration incomplète du milieu (captation des ressources)

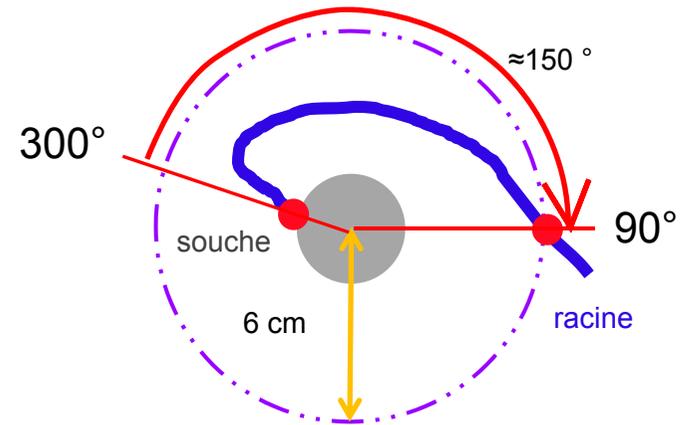
# Positionnement spatio-temporel des déformations sur les racines insérées sur la souche



## Variables de déformation sur les racines insérées sur la souche

Déviation d'azimut entre l'insertion de la racine et 6 cm de distance radiale

Tortuosité entre l'insertion de la racine et 6 cm de distance radiale(en %)



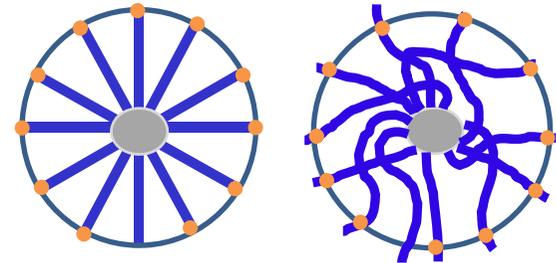
➔ Quantification de l'intensité de déformation et caractérisation du type de déformation

## Conséquences sur l'architecture racinaire – racines traçantes

➔ Au stade jeune, moins bonne stabilité car les haubans (racines traçantes) ne sont pas tendus

(Ennos 1993)

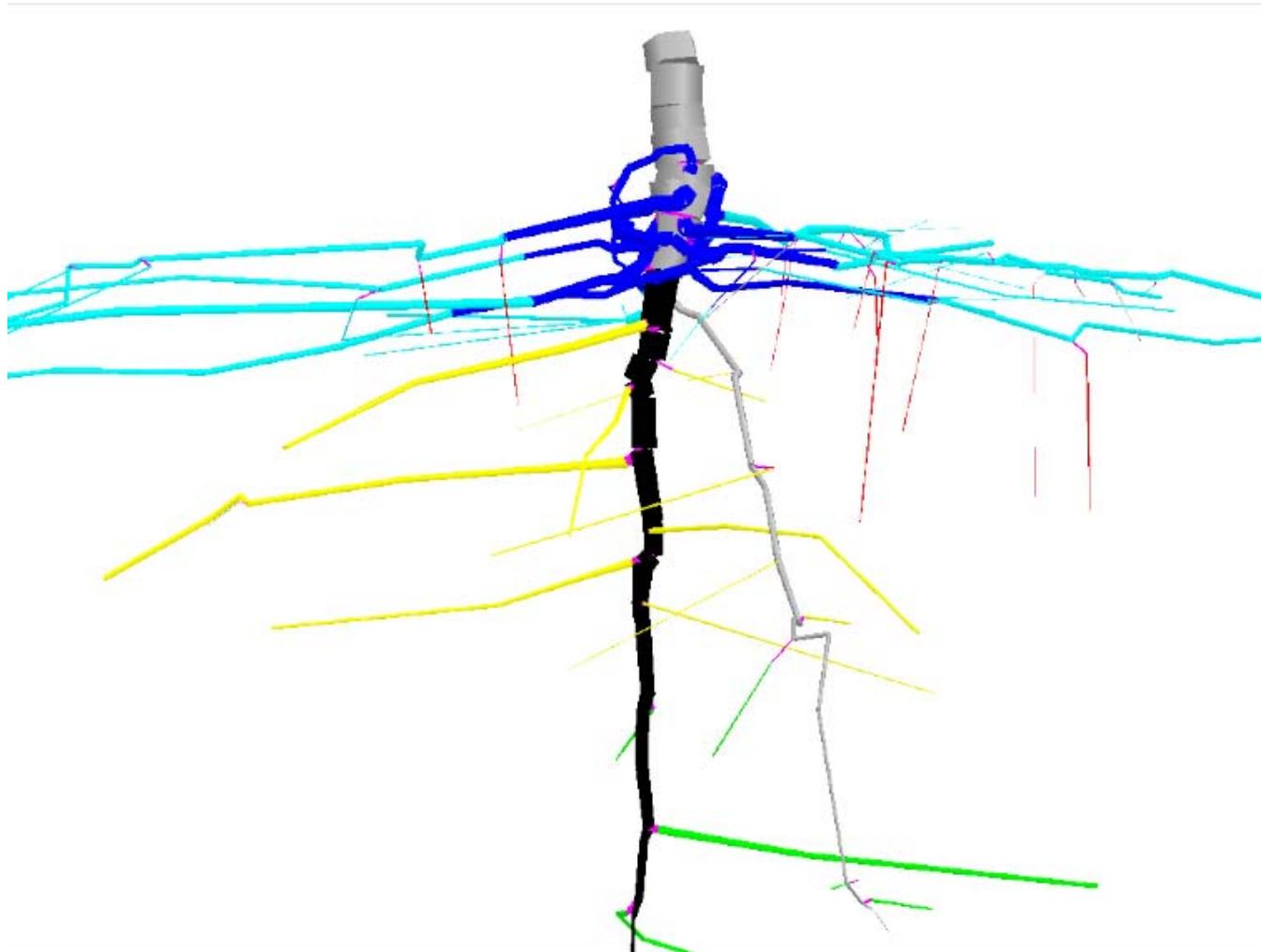
Moyenne de la matrice des distances entre les points où chaque racine traçante franchit une distance radiale de 10 cm par rapport à une distance théorique calculée avec le nombre de racines



S'il y a une redistribution au hasard des directions de croissance,

➔ Pas de conséquence des déviations d'azimut sur la stabilité des perchis et des arbres adultes

Exemple de résilience : fortes déformations des racines traçantes liées au conteneur puis reprise d'une croissance horizontale



## Techniques d'exploration rétrospectives et prospectives du système racinaire

### Analyser les déformations :

- répartition des racines traçantes
- inclinaison du pivot principal

Permet d'**explorer les techniques sylvicoles**  
et leurs impacts sur l'architecture racinaire

(type de labour, végétation, type de conteneur, réglage de la canne à planter)

Permet de **comparer la plasticité** de différentes provenances ou espèces

(Danjon et al. 2009)

### Quantifier leurs influences sur :

- la croissance et le développement des arbres
- l'ancrage et la stabilité actuelle et future

# Merci de votre attention

Merci à Tiphaine Archereau, Raphaël Ségura  
et aux collègues du FCBA

Financements :



