



Top : Root in the brassica channel just before encountering the obstacle (on the right). Bottom : Dynamics of the standardised root growth rate, maximal relative expansion rate and growth zone length ( $V_{norm}$ ,  $EER_{norm}$ ,  $GZL_{norm}$ , respectively) in response to an obstacle (contact at time -1h40) and following the relaxe of the constraint.

## Réponses mécanobiologiques des racines en réponse aux obstacles

Prénom, Nom du porteur : Marie-Béatrice BOGEAT-TRIBOULOT

Laboratoire d'appartenance : UMR Silva

Partenaires Labex : SilvaTech

Collaborations : Amélia Léonoff-Noël (Silva), Evelyne Kolb (PMMH, Paris), Etienne Couturier (MSC, Paris)

Action thématique concernée : WP1

---

### Contexte —

Le système racinaire a plusieurs rôles fondamentaux pour la santé de l'arbre et le fonctionnement de l'écosystème. Un mauvais enracinement dû à la compaction du sol réduit la croissance aérienne et la résistance aux stress, et peut avoir des répercussions économiques importantes. À une échelle fine, le sol est physiquement hétérogène et la racine en croissance doit faire face à des obstacles de taille et de rigidité variable. La contrainte mécanique de l'obstacle sur la racine induit des régulations dites « mécanobiologiques » qui lui permettent de continuer de pousser. La compréhension de ces réponses est un prérequis à l'amélioration de l'enracinement des plantes dans des sols marginaux.

### **Objectifs —**

L'objectif global du projet Mecano est de comprendre la dynamique temporelle des régulations biophysiques et les voies moléculaires sous-jacentes à la réponse de croissance.

### **Démarche —**

En utilisant un montage expérimental conçu pour bloquer la racine par une force frontale tout en mesurant simultanément la croissance et l'intensité de la force, nous étudions les variations de croissance en réponse à différentes forces et durées de blocage, et après la relaxation de la contrainte mécanique. Nous compléterons cette analyse en déterminant la cinétique de deux traits biophysiques impliqués dans l'expansion cellulaire, le potentiel osmotique et l'extensibilité de la paroi cellulaire.

### **Résultats marquants —**

- Pour les deux raideurs de l'obstacle testées, la racine continue de pousser pendant plus de 6h, jusqu'à des forces de 280 mN, soit 8.4 bar pour une racine de diamètre 0.65 mm.
- La réduction de croissance immédiate suite au contact avec l'obstacle, avant la mise en charge significative de la racine (touch response), semble dépendre de la raideur de l'obstacle.
- La cinématique montre que la réduction de la vitesse de croissance est due à la diminution forte de l'expansion cellulaire puis, en différé, à une réduction de la longueur de la zone de croissance.
- Quand la contrainte est levée, la vitesse d'expansion récupère relativement rapidement mais la croissance reste impactée par la réduction de la zone de croissance (qui traduit l'activité du méristème).

### **Principales conclusions incluant des points-clés de discussion —**

Le maintien de la croissance de la racine face à une contrainte de 8 bar implique une régulation des propriétés cellulaires contrôlant l'expansion : la pression de turgescence et les propriétés rhéologiques des parois. D'autre part, les divisions cellulaires semblent affectées plus durablement que l'expansion cellulaire. Il semble aussi que la réduction de la croissance dépende plus de la raideur de l'obstacle que de la contrainte reçue, ce qui suggère la perception de cette raideur par la racine.

### **Perspectives —**

La caractérisation des propriétés rhéologiques des parois (en cours) et la caractérisation de la pression osmotique apporteront des éléments sur l'importance respective de ces deux leviers permettant à la racine de continuer de pousser dans un milieu dur. La caractérisation de la réponse de croissance pour des obstacles dans une gamme de raideur étendue permettra de confirmer la perception de la raideur par la racine. Les régulations moléculaires sous-jacentes seront étudiées dans un prochain projet.

### **Valorisation —**

- Colombi T, Eitelberg L, Kolb E, Legué V, Bogeat-Triboulot M-B. 2023. *Genotypic differences in systemic root responses to mechanical obstacles. Physiologia Plantarum* 175: e14094.

- Kong WY, Mosciatti-Jofré A, Quiros M, Bogeat-Triboulot MB, Kolb E and Couturier E. *Force generation by a cylindrical cell under stationary osmolytes synthesis. Soumis à Journal of The Royal Society Interface.*

- Quiros M, Couturier E, Kolb E, Bogeat-Triboulot MB. *The early growth response of a root facing an obstacle. INUPRAG meeting. Umeå, Suède, mai 2023. Comm. invité*

- Leonoff-Noel A, Kolb E, Couturier E, Buré C, Bogeat-Triboulot MB. *Séminaire du GDR PHYP, Carry le Rouët, mars 2024. Présentation orale.*

### **Effet levier du projet —**

Plusieurs collaborations nationales et internationales.