



INRA



COMMUNIQUÉ DE PRESSE

11/12/08

Sous embargo

Découverte d'un mécanisme fondamental de la morphogénèse des plantes

Une équipe composée de chercheurs français, américains et suédois, pilotée par des chercheurs lyonnais de l'INRA, vient de mettre en lumière un mécanisme fondamental de la morphogénèse des plantes. Au terme d'un travail interdisciplinaire combinant expérimentation et modèles informatiques, ils ont montré que les forces physiques générées par des tissus en croissance déterminent l'orientation du cytosquelette des cellules. Celui-ci, à son tour, contrôle la forme des cellules et détermine en grande partie la forme de la plante. Ces travaux sont publiés dans SCIENCE du 12 décembre 2008.

L'un des grands thèmes de la biologie du développement est de comprendre comment les réseaux de régulation génétique sont liés à la forme des êtres multicellulaires. Les gènes contrôlent indirectement la géométrie des tissus en affectant les propriétés chimiques et mécaniques des cellules individuelles. Mais réciproquement, les propriétés des tissus peuvent affecter l'activité des gènes. L'enjeu est donc de déchiffrer le dialogue entre les gènes et les formes. L'équipe pilotée par les chercheurs de l'INRA en collaboration avec l'ENS de Lyon, le CNRS et l'Université Claude Bernard Lyon1, vient de réaliser une percée dans ce domaine grâce à l'étude du méristème d'Arabidopsis, une plante à fleurs très utilisée en biologie végétale. Le méristème est la zone à partir de laquelle la plante croît. Constitué de cellules souches capables de se diviser, il est à l'origine de tous les organes de la plante (fleurs, feuilles, fruits...).

Les différentes vitesses de croissance des cellules dans le méristème créent collectivement des champs de forces dans les tissus. Ils sont issus des pressions mécaniques qu'exercent les cellules les unes sur les autres. Grâce à des modèles informatiques validés par de nombreux dispositifs expérimentaux, les chercheurs ont montré que les microtubules, constituants principaux du cytosquelette, s'orientent de façon parallèle aux directions des forces. Les cellules cherchent ainsi à résister au stress mécanique. Or, il est admis que les microtubules contrôlent le dépôt orienté des fibrilles de cellulose dans la paroi cellulaire, donnant ainsi aux cellules à la fois leur rigidité et un axe de croissance préférentiel. Ainsi, via l'organisation des microtubules dans chaque cellule individuelle, les tissus peuvent changer de forme, se plier et adopter des formes caractéristiques dans le méristème d'Arabidopsis. Réciproquement, les formes en croissance génèrent les contraintes mécaniques qui contrôlent l'organisation des microtubules.

D'un point de vue plus général, ces travaux s'inscrivent dans un changement de paradigme en cours dans la biologie du développement : les chercheurs ne considèrent plus le développement comme un processus sous le contrôle strict de la génétique, mais plutôt

comme un processus qui se passe à plusieurs échelles, où les différents niveaux interagissent. Ainsi, l'équipe a pu démontrer que la morphogénèse du méristème est un phénomène émergent issu du comportement individuel des cellules cherchant à résister au stress mécanique. Cependant, ce mécanisme n'est pas le seul à l'œuvre lors de la morphogénèse des plantes. Il fonctionne en parallèle aux chaînes de réactions induites par l'auxine, une hormone fondamentale dans la formation des organes des plantes. Comprendre comment ces deux mécanismes se coordonnent pour former des structures et des tissus parfaitement différenciés est un champ de recherches désormais ouvert aux chercheurs.

Ces résultats sont le fruit d'une étroite collaboration entre biologistes, physiciens et spécialistes de la modélisation informatique. L'irruption récente des modèles dynamiques dans le champ de la biologie végétale permet désormais l'étude des phénomènes complexes qui ont lieu durant la morphogénèse. Les tissus végétaux virtuels réalisés pour mener à bien cette recherche pourraient, à terme, permettre de rendre plus réalistes les modèles de plante dont se servent notamment les agronomes.

Référence :

Developmental patterning by mechanical signals in Arabidopsis
Science, 12 Décembre 2008

Olivier Hamant 1,2,7, Marcus Heisler 3,7, Henrik Jönsson 4,7, Pawel Krupinski 4, Magalie Uyttewaal 1,2, Plamen Bokov 5,6, Francis Corson 5, Patrik Sahlin 4, Arezki Boudaoud 5, Elliot M. Meyerowitz 3, Yves Couder 6, Jan Traas 1,2

1. INRA, Laboratoire de Reproduction et Développement des Plantes, 46 Allée d'Italie, 69364 Lyon Cedex 07, France

2. **Université Claude Bernard Lyon1**, CNRS, **École Normale Supérieure de Lyon**, 46 Allée d'Italie, 69364 Lyon Cedex 07, France

3. Division of Biology, California Institute of Technology, Pasadena, California 91125, USA

4. Computational Biology and Biological Physics Group, Department of Theoretical Physics, Lund University, S-221 00 Lund, Sweden

5. Laboratoire de Physique Statistique, Ecole Normale Supérieure, 24, rue Lhomond ; 75231 Paris Cedex 05, France

6. MSC, Université Denis-Diderot Paris 7, 10, rue Alice Domont et Léonie Duquet; 75013 Paris, France

7. These authors contributed equally to this work.

Contact scientifique

Jan Traas

UMR Reproduction et développement des plantes
INRA-CNRS-ENS Lyon-**Univ. Claude Bernard Lyon**

Tél : 04 72 72 86 14

Mèl : jan.traas@ens-lyon.fr

Olivier Hamant

UMR Reproduction et développement des plantes
INRA-CNRS-ENS Lyon-**Univ. Claude Bernard Lyon**

Tél : 04 72 72 86 14

Mèl : olivier.hamant@ens-lyon.fr

Contact presse

Service de presse INRA : Sylvie Colleu, tel 01 42 75 95 55 ou presse@inra.fr

Service de presse ENS Lyon : Joëlle Pornin

Tél : 04 72 72 89 77

responsable.communication@ens-lyon.fr