

Pousser virtuel pour bien pousser

Le laboratoire franco-chinois d'informatique, d'automatique et de mathématiques, le Liama, abrite une équipe spécialisée dans la modélisation dynamique de la croissance des plantes. Son objectif : créer un outil informatique d'aide à la décision capable d'optimiser les pratiques culturales.

Philippe de Reffye, chercheur du Cirad et responsable de l'équipe Digiplante¹ de l'Inria travaille depuis de nombreuses années sur le problème de la modélisation des plantes. Connu pour avoir développé, avec ses collègues du Cirad, le logiciel Amap aujourd'hui célèbre dans la modélisation réaliste de la croissance des plantes, ce chercheur va aujourd'hui plus loin avec le modèle dynamique Greenlab. Amap pouvait simuler des arbres en images de synthèse très réalistes en s'appuyant sur des caractéristiques botaniques (voir l'article dans INédit 23 : « Les plantes sortent de l'ombre »). Le but de Greenlab est d'améliorer la mathématisation et la formalisation du modèle afin de pouvoir étudier les interactions des plantes avec leur environnement dans des applications agronomiques. Greenlab est développé au sein de l'équipe franco-chinoise du Liama (voir l'encart), baptisée elle aussi Greenlab, en partenariat avec l'université d'agronomie de Chine (CAU).

La grande difficulté du projet est liée à la nécessaire pluridisciplinarité de l'approche : des connaissances en botanique, physiologie, agronomie, mathématiques appliquées et informatique sont en effet indispensables à la mise en équations du modèle, à sa formalisation et à l'étude de son comportement. Pour construire la plante, le modèle procède par empilement de sous structures (des instanciations) et utilise le système source-puits pour la genèse des organes. Aujourd'hui Greenlab modélise la morphogenèse complète de la plante en 3D en fournissant des indications sur son volume et le poids de ses organes (branches, tiges, masse foliaire, racines, etc.). Il prend en compte de manière dynamique le rôle de la photosynthèse dans la production de la biomasse et sa répartition dans l'architecture de la plante, mais aussi celui de l'impact de facteurs environnementaux comme l'apport en eau, les caractéristiques nutritives du sol ou les éléments apportés par l'air. Dimension fondamentale du point de vue de l'application agronomique visée, l'ambition du modèle Greenlab est de pouvoir extrapoler de la plante au peuplement, un champ par exemple, et de déterminer les

besoins de la plante dans les différentes phases de sa croissance. Greenlab permet aussi de simuler et de visualiser en images de synthèse des expériences agronomiques virtuelles permettant d'optimiser la gestion des ressources (eau, engrais), de limiter la pollution (pesticides) et de définir de nouveaux critères d'amélioration végétale (voir l'illustration). Le logiciel Greenlab est d'ores et déjà utilisé par plusieurs laboratoires du Cirad et de l'Inra ; mais il obtient son plus grand succès en Chine, pays qui a participé depuis 1998 à son développement. « Les Chinois ont tout de suite été intéressés par le projet et ont mis beaucoup de moyens pour tester le modèle. Mes collègues du Liama ont contribué

à la partie algorithmique du modèle et les chercheurs de l'université d'agriculture de Chine (CAU) aux parties applicatives ; ils ont en particulier réalisé les expériences en champ indispensables à la validation du modèle », explique Philippe de Reffye. « C'est une collaboration exemplaire qui doit énormément au professeur Hu qui dirige l'équipe Greenlab au Liama. »■

¹ L'équipe Digiplante travaille en partenariat avec le Cirad et l'École centrale.

© Guo Yan / Chinese Agriculture University



Situation expérimentale simulée par le modèle Greenlab : comparaison de deux maïs, l'un ayant subi un stress thermique et l'autre n'ayant pas subi ce stress ; le poids total de la plante varie de un à deux kilogrammes.

→ CONTACT

Philippe de Reffye, chercheur du Cirad, projet Digiplante
INRIA Rocquencourt
Tél. : +33 1 39 63 57 74, Philippe.de_Reffye@inria.fr

Le laboratoire de recherche franco-chinois

Le laboratoire franco-chinois d'informatique, automatique et mathématiques appliquées (Liama) a été créé en 1997 par l'Inria et l'Académie des sciences de Chine (Cas) ; il est hébergé par l'Institut d'automatique de l'Académie des sciences de Chine (Casia) à Pékin et est co-dirigé par Hu Baogang (Institut d'automatique) et Marc Jaeger (Cirad). Le CNRS et le Cirad (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement) ont adhéré au projet en l'an 2000 et, en octobre dernier, un nouvel accord a permis d'accueillir deux nouveaux partenaires, le BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières) et l'Inra (Institut national de recherche en agronomie). Le Liama regroupe aujourd'hui une trentaine de chercheurs français et chinois autour de thèmes de recherche mêlant les Stic et les problèmes environnementaux (simulation et visualisation de la croissance des plantes, traitement et interprétation à distance des images, mécanique des flux), ou bien liés au développement de logiciel scientifique libre, comme Scilab.

<http://liama.ia.ac.cn>