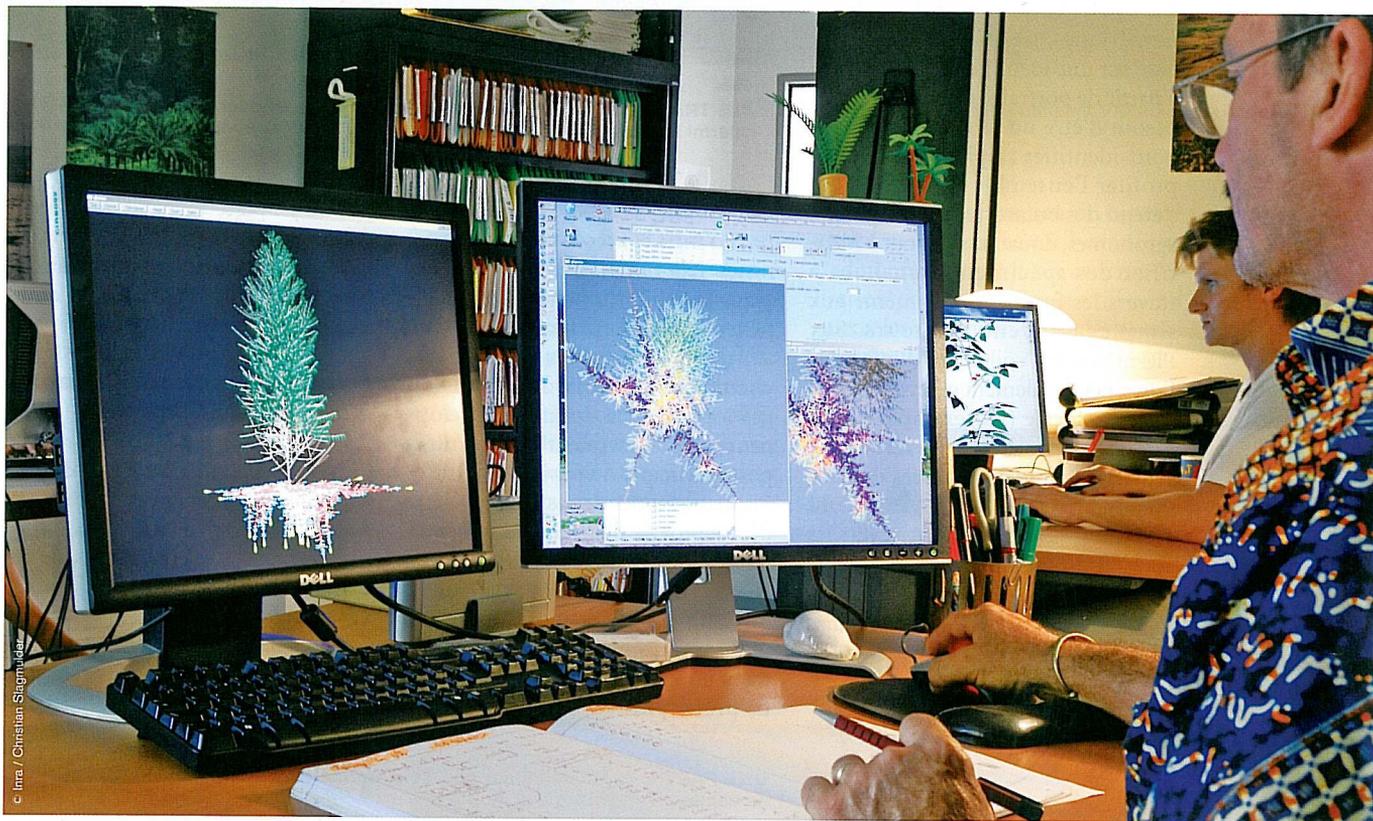


# Chlorophylle *in silico*

L'unité Amap étudie l'architecture des plantes et la dynamique de leur peuplement aux quatre coins de la planète. Pour cela, les chercheurs développent d'étonnants logiciels et outils en ligne. Bienvenue dans le futur de la botanique.



**LE RÉSEAU RACINAIRE** de cet eucalyptus du Gabon peut atteindre 20 m de profondeur. C'est impossible à mesurer, mais l'ordinateur le calcule à partir de la vitesse de croissance, de la géométrie du système racinaire, etc.

La botanique évolue. Outre un goût du terrain et un sens aigu de l'observation, le botaniste va devoir manier l'ordinateur. Surtout à l'unité Amap (botanique et bioinformatique de l'architecture des plantes). Cette unité très mixte implique le Cirad, le CNRS, l'Inra, l'IRD et l'université de Montpellier 2. Elle tisse également des liens très forts avec l'Inria et l'École centrale de Paris. Il est rare que l'on y croise la totalité de ses agents titulaires, plusieurs d'entre eux menant leurs recherches aux quatre coins du monde : Argentine, Colombie, Guyane, Cambodge, Chine, Inde, Laos, Mali, Vietnam, Nouvelle-Calédonie... L'unité développe

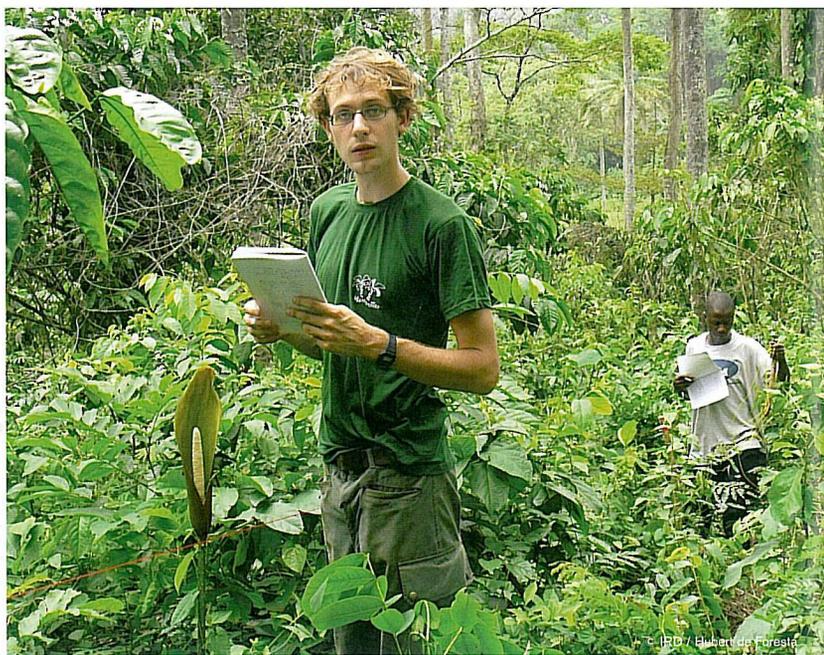
une approche originale pour l'étude de la morphologie, de l'architecture et de la diversité des plantes et de leurs peuplements, actuels ou fossiles, méditerranéens ou tropicaux. Ses chercheurs, qui forment de nombreux stagiaires étrangers, combinent botanique, agronomie, et écologie mais aussi - c'est plus étonnant - mathématiques appliquées et informatique.

## La botanique sur la Toile

« Les botanistes sont en train de subir la sixième extinction d'espèce, plaisante Daniel Barthélémy, le directeur de l'unité, lui-même botaniste, et comme les problèmes posés sont de plus en plus complexes, il est urgent, en complément des chercheurs, de faire appel à

des amateurs et sociétés savantes pour recueillir des données à grande échelle sur les plantes ». Ce constat a donné naissance à Pl@ntNet, un des projets phare de l'unité Amap, initié en 2009 et qui reçoit un soutien financier de la fondation Agropolis. Daniel Barthélémy nous dévoile, sur ordinateur, cette véritable boîte à outils virtuelle pour botaniste connecté. Imaginez : vous êtes un amateur de botanique et, lors d'une randonnée, vous tombez sur une plante que vous ne connaissez pas. Vous la photographiez avec votre téléphone portable et de retour chez vous, vous vous connectez au site web Pl@ntNet qui va identifier la plante à partir de votre photo et intégrer toutes les informations géo-

graphiques que vous lui fournirez (coordonnées, altitude) dans une base accessible par tous les botanistes du réseau. Vous venez de participer à une cartographie automatique des espèces végétales qui permettra, pas à pas, d'avoir une vue globale de l'identité, de la répartition géographique et de l'usage des plantes ! Tout a été pensé pour que des non-professionnels utilisent cette plate-forme. Le projet Pl@ntNet propose, par exemple, des logiciels d'identification des plantes qui permettent de s'affranchir du jargon des botanistes et de l'approche contraignante des flores classiques. L'un permet de traiter des images numériques, tandis qu'un autre est basé sur une identification graphique à partir de portraits-robots. Ainsi, nul besoin d'être un as de la taxinomie pour identifier sa plante et en faire profiter l'ensemble du réseau, qui s'étend des botanistes aux forestiers, agronomes, douaniers qui ont à identifier des spécimens transitant à travers les frontières, ou même aux simples citoyens amateurs. Sur Pl@ntNet, le « collecteur d'information » peut également gérer sa base de données locale (par exemple sur les mauvaises herbes des rizières de Camargue, sur les orchidées du Laos ou sur les arbres de Guyane) dont certaines données seront reversées après contrôle dans la base commune.



**LE TRAVAIL SUR LE TERRAIN** reste indispensable. Ici un stagiaire parmi les caféiers en Guinée.

L'unité Amap collabore avec une équipe de l'Inria et avec le réseau de botanistes Tela Botanica pour mettre en place le cahier des charges de cette plate-forme informatique. Vingt personnes - techniciens, ingénieurs, chercheurs et thésards botanistes, gestionnaires de données, développeurs web - devraient être recrutées pour participer au projet. Plusieurs études de cas pourront être dérivées de la plate-forme informatique. Le projet Pl@ntGhâts par exemple permettra de répertorier la diversité végétale des forêts tropicales humides du sud de l'Inde qui constituent un « hotspot » de la biodiversité. Le projet plus appliqué Pl@ntInvF

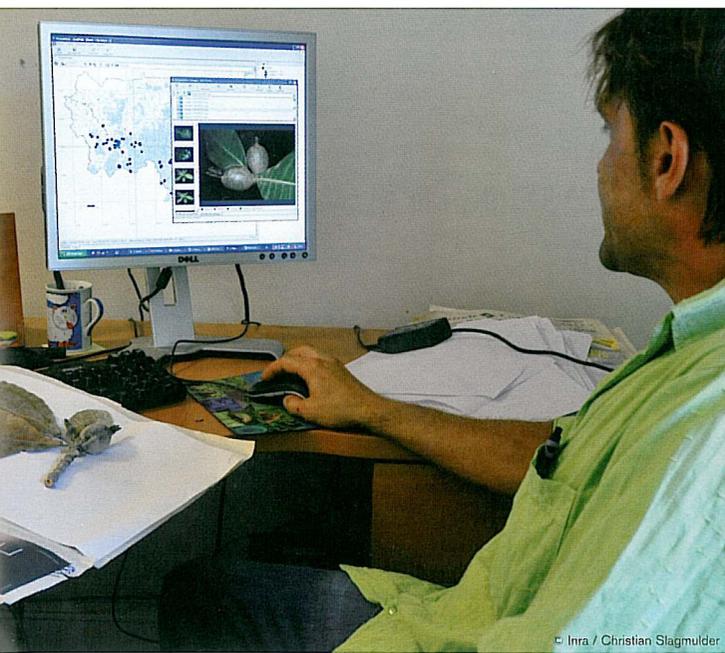
mettra en place un outil de référencement, de reconnaissance et de suivi des espèces invasives présentes dans les DOM-TOM. Pl@ntNet devrait devenir opérationnel d'ici deux à trois ans.

**Des plantes qui grandissent sur ordinateur**

L'activité de recherche principale de l'unité, son cœur de métier, c'est la modélisation de l'architecture et du fonctionnement de la plante. Deuxième visite virtuelle, cette fois avec Daniel Auclair, directeur adjoint de l'unité, plus particulièrement impliqué dans les développements des méthodes informatiques et mathématiques. Alors que Daniel Barthélémy

**UNE PARTIE** de l'unité autour de Daniel Barthélémy, au centre en chemise blanche.





© Inra / Christian Slagmulder



© Inra / Pierre Bonnet

**PL@NTNET** donne la répartition géographique de *Gardenia imperialis*, une espèce indicatrice des forêts humides subsahariennes.

**CES DOUANIERS LAOTIENS** utilisent PL@ntnet pour identifier des orchidées.

my a reçu une formation de botaniste tropicaliste, spécialiste de l'architecture des plantes, Daniel Auclair a suivi, après l'Ecole Polytechnique, un approfondissement en physiologie végétale et forestière.

Il nous fait découvrir à l'écran deux exemples de modèles développés ou gérés dans l'unité.

Le premier, dénommé « Greenlab », a été élaboré par Philippe De Reffye, le créateur de l'Unité dans les années 80. Il permet d'obtenir une plante virtuelle qui reproduit au mieux le développement et la production de la plante réelle et répond comme elle aux contraintes du milieu. « *L'intérêt d'un tel modèle*, explique Daniel Auclair, *c'est qu'on peut réaliser des expériences « in silico », alors qu'il serait long et coûteux de le faire sur le terrain. On peut par exemple modifier les paramètres du milieu : lumière, apport en eau, nature du sol... et prédire le comportement de la plante. Il est possible aussi, pour les plantes cultivées, d'évaluer leur production en fonction de différentes conditions de culture* ». Le modèle, développé en collaboration avec l'Inria et l'Institut d'automatique de Beijing en Chine, fonctionne pour plusieurs plantes d'intérêt agronomique : betterave, blé, riz, maïs, tournesol, coton, tomate, poivron, caféier, chrysanthème... et même des arbres : *Gingko biloba*, pin sylvestre...

Un deuxième exemple, la plate-forme Capsis, concerne les peuplements forestiers, avec des applications allant de l'échelle de la parcelle à celle du paysage. Capsis est couramment uti-

lisée par les gestionnaires forestiers. Daniel Auclair montre à l'écran un modèle de forêts, simule des coupes par un simple clic, indique les individus à élaguer, et visualise les conséquences 20 ou 30 ans plus tard. Une quarantaine de modèles d'arbres et/ou de forêts ont été ainsi « mis en boîte » : feuillus (chêne, merisier) ou conifères (pin maritime). On peut également simuler un incendie et voir comment il se propage selon les essences présentes et leur répartition. Encore une utilisation sur le terrain de la modélisation sur ordinateur ! A travers tous ces exemples, Amap

apparaît comme un lieu de convergence disciplinaire où botanique traditionnelle se conjugue avec modélisation pour connaître et utiliser au mieux les ressources végétales sauvages et cultivées. ●

P. M.

### +d'infos

■ **web :**  
[www.inra.fr/audiovisuel/web\\_tv/rencontres/salon\\_international\\_de\\_l\\_agriculture\\_2009/la\\_botanique\\_numerique](http://www.inra.fr/audiovisuel/web_tv/rencontres/salon_international_de_l_agriculture_2009/la_botanique_numerique)  
<http://capsis.cirad.fr>  
<http://amap.cirad.fr>

**PAYSAGE** du carbonifère reconstitué. Les données obtenues à partir de fossiles permettent de comprendre l'évolution de l'architecture des plantes



© Inra / René Lecoultre