

# L'arbre un et divisible

Les végétaux ligneux figurent parmi les organismes les plus complexes du monde vivant. On commence tout juste à le découvrir

Il y eut cette hypothèse, étonnante, selon laquelle le bois dont on fait les arbres serait en fait de nature racinaire. Il y eut une étude réalisée dans le Nord canadien, où l'épinette noire permet de retracer les grandes phases climatiques des six cents dernières années. Il y eut, surtout, cette découverte extraordinaire d'un zoologue sud-africain : en cas d'agression, l'acacia serait capable, par messages chimiques, de prévenir du danger les arbres qui l'entourent (le *Monde* du 14 septembre 1990). Bref, il y avait des révélations, des polémiques et beaucoup de travail en perspective lors du deuxième Colloque international sur l'arbre, organisé du 10 au 15 septembre par l'Institut de botanique de Montpellier.

Organisé par le même Institut en 1985, le premier Colloque international sur l'arbre avait donné le coup d'envoi à une nouvelle approche des végétaux ligneux. Le second, qui a réuni plus de deux cents spécialistes du monde entier, confirme avec force cette tendance : l'arbre n'est plus considéré désormais comme la somme de ses parties, mais comme un individu à part entière. Un être comptant parmi les plus complexes du monde vivant, dont les us et coutumes, pour l'essentiel, restent à découvrir.

L'arbre, un inconnu... Qui l'eût cru? Même un enfant s'y tromperait, qui, d'une main sûre, trace le tronc, les branches et les feuilles. Mais, pour les chercheurs, il en va tout autrement. Comment la plante, à partir d'une graine, est-elle capable d'acquiescer une cime majestueuse à l'état adulte, puis de régesser lors de la sénescence? Quelles sont les étapes de ces transformations? Quelle est la structure d'un arbre, comment se

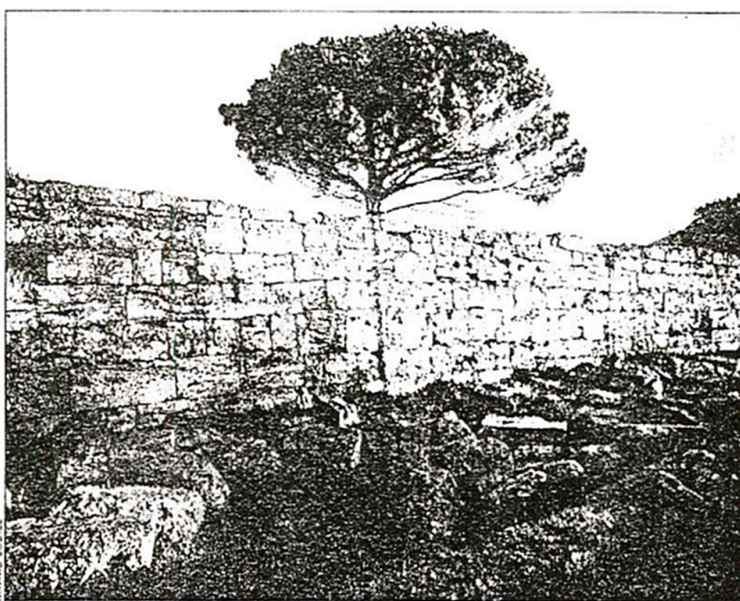
développe-t-elle? A toutes ces questions, la science commence tout juste à apporter un début de réponse.

«Nul n'est capable, par exemple, de décrire avec exactitude l'architecture d'un chêne ou d'un hêtre!», s'exclame Claude Edelin, botaniste à l'Institut de Montpellier et coorganisateur du colloque. «On est donc loin de savoir comment ces formes se mettent en place et de comprendre ce qui les détermine!» Enjeu économique et écologique, l'arbre devient également un véritable défi scientifique, dont certains n'hésitent pas à affirmer que «son étude nous apportera des données de base aussi importantes que la biologie moléculaire dans les années 1960».

L'aube de ce renouveau, en fait, remonte à une vingtaine d'années. Jusqu'alors, l'arbre en tant qu'être vivant n'avait guère retenu l'attention des scientifiques, trop occupés à percer les mystères de sa floraison, de sa génétique ou de sa reproduction. Les plus calés en la matière restaient finalement les sylviculteurs et les arboriculteurs, dont la «main verte» transmet, au fil des générations, une connaissance empirique accumulée depuis des siècles.

## Modèle architectural

Tout change au début des années 70, avec les travaux réalisés par deux botanistes, les Français Francis Hallé (université de Montpellier) et le Néerlandais Roeloff Oldeman (université de Wageningen). Étudiant la croissance d'espèces tropicales, les deux chercheurs émettent l'hypothèse suivante : les arbres, à en croire leur architecture, peuvent être classés en une vingtaine de grandes familles.



«Seulement une vingtaine, alors qu'il existe des milliers et des milliers d'espèces toutes différentes?», se récrient aussitôt les sceptiques. «Vingt-trois exactement», confirment les deux néo-noclastes. Et d'expliquer aux incrédules le concept-clé de leur théorie, que les botanistes du monde entier qualifient désormais de «modèle architectural».

Décrire l'architecture d'un arbre, cela consiste à définir les rapports existant entre ses multiples organes, aux différentes étapes de sa vie. La tige, structure de base, est surmontée d'un méristème, ensemble de tissus indifférenciés qui donnera naissance aux feuilles ou aux fleurs. Partant de là, tout ou presque semble possible : la tige peut pousser en longueur, donner naissance à des branches plus ou moins nombreuses, plus ou moins ramifiées, plus ou moins feuillues... Pour peu que l'on tienne compte également de l'orientation que prennent ces axes — tronc et branches — les uns par rapport aux autres, on obtient apparemment, en combinant ces différents paramètres, une quantité incalculable de modèles architecturaux.

La intervention, précisément, la surprenante découverte de Hallé et Oldeman : loin d'atteindre des mille et des cents, vingt-trois de ces modèles s'illu-

sent en réalité pour décrire l'ensemble de la flore. En d'autres termes, l'arbre adulte, quels que soient la complexité et l'apparent désordre de sa forme, peut être subdivisé en unités élémentaires, identiques les unes aux autres et appartenant à l'une des vingt-trois familles de base. C'est à partir de cette forme élémentaire que les arbres grandissent et se diversifient selon ce que les botanistes appellent un phénomène de «croissance».

Trop simple pour être vrai? La réalité, certes, est un peu plus complexe. «Ces vingt-trois modèles ne constituent pas des unités que l'on ne peut transgresser, précisent les spécialistes (1). Chez certains végétaux, par exemple, comme l'agave, on constate que les individus changent de modèle à un moment précis de leur vie. Chez d'autres, comme le cresson, l'architecture paraît intermédiaire entre celles de plusieurs modèles.» Il n'empêche : en offrant pour la première fois aux chercheurs un outil capable d'appréhender dans son ensemble la croissance des végétaux, la théorie des modèles architecturaux promettait, dès son élaboration, de révolutionner la science de l'arbre.

Vingt ans plus tard, c'est chose faite. «Après un temps d'insupportable, cette vision radicalement nouvelle a fini par secouer l'ensemble de

la communauté scientifique, raconte Claude Edelin. On s'est brusquement rendu compte qu'étudier une fleur ou un bonneton hors de son contexte biologique — ce que l'on faisait depuis des décennies — revenait à étudier un pied humain sans tenir compte du reste du corps! À remettre ainsi les pièces du puzzle dans leur cadre, les chercheurs eurent rapidement d'agréables surprises. En matière de floraison par exemple, domaine dans lequel ils obtenaient jusqu'alors, à force d'oublier de considérer l'arbre dans sa globalité, des résultats apparemment incompatibles.

Grâce au mariage des modèles architecturaux et informatiques, il suffit désormais d'un écran d'ordinateur pour simuler la croissance d'une plante, prévoir son comportement et sa production. Une mine de renseignements pour les agronomes ou les paysagistes, de plus en plus nombreux à recourir au logiciel mis au point, à Montpellier, par une équipe du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD) (2).

Mais il ne suffit pas, hélas, de simuler la pousse d'une plante sur ordinateur pour comprendre les lois biologiques sur lesquelles elle repose. En matière de morphogénèse végétale, rien ne remplace l'étude expérimen-

tales, la recherche sur le terrain. «Prenez les racines, poursuit Claude Edelin. Ce que l'on sait d'elles, aujourd'hui, se résume en un énorme point d'interrogation!» Il paraît beaucoup plus simple, en effet, de lever la tête pour étudier les branches que de creuser la terre...

## La timidité des arbres

«A force de ne pas les étudier, on a longtemps cru qu'on pouvait faire faire n'importe quoi aux racines, raconte Claire Atger. Et l'on commence seulement à réaliser que celles-ci, beaucoup moins opportunistes qu'on ne le soupçonnait, possèdent leurs propres caractéristiques qui les rendent plus ou moins aptes à s'adapter à tel ou tel milieu.» Chercheuse à l'Institut de Montpellier, Claire Atger est une des rares botanistes à avoir eu le courage de s'attaquer à l'étude du système racinaire. Platanos ou espèces tropicales, elle extrait patiemment les mille et une racines des arbres adultes. Un travail d'archéologue en herbe, qui commence à la pelle et se termine, bien souvent, à la brosse à dents...

De ces recherches, encore balbutiantes, ressort déjà l'essentiel : comme la partie aérienne, le système racinaire des arbres possède ses propres lois architecturales que l'on pourra sans doute, d'ici quelques années, simuler sur ordinateur. A mesure que l'arbre retrouve — sur le plan scientifique — son intégrité, apparaissent ainsi différents niveaux d'organisation. L'architecture de l'arbre adulte, on l'a vu, peut en effet se ramener à la réplique en plusieurs exemplaires d'un «mini-arbre» de base. Individu unique au début de sa croissance, l'arbre devient ainsi une «colonie» de structures élémentaires.

Après la cellule végétale, la structure élémentaire et l'arbre entier, apparaît enfin, avec la forêt, un quatrième niveau d'organisation du vivant. Au cours du colloque de Montpellier, Roeloff Oldeman évoquait ainsi l'étrange «timidité» de croissance dont les arbres forestiers font preuve les uns par rapport aux autres, comme s'ils se partageaient équitablement l'espace d'une même «éco-unité». Un groupe d'individus au sein duquel l'existence de communications chimiques, similaires à celles que l'on vient de découvrir chez l'acacia, pourrait alors prendre tout son sens.

CATHERINE VINCENT

## Tcheliabinsk-40 sort de quarantaine

Suite de la page 13

On aurait pu trouver la leçon surlignée. Eh bien, non. Dès 1951, les déchets de moyenne activité furent jetés dans un lac voisin, le lac Karachay. «120 millions de curies ont ainsi été déversés dans ce lac, regrette M. Drozko, qui ajoute que, pour des raisons techniques, il servira de pot-de-jarasse jusqu'en 1994». La situation est dramatique car la pollution du lac a déjà atteint les nappes phréatiques et migré sur plusieurs kilomètres. Aujourd'hui, les responsables du centre s'attendent qu'une rivière proche, la Mielieiak, soit à son tour touchée. Les Américains qui, dans les années 40 et 50, ne furent pas des modèles d'écologie connaissent des problèmes identiques dans les zones où sont installés leurs centres nucléaires militaires. A

s'en débarrasser? Le plan que les Soviétiques avaient projeté ne peut plus être appliqué du fait de la très grande méfiance des habitants de la région à l'égard des techniciens de Tcheliabinsk-40.

Ils envisageaient en effet de construire à proximité du troisième réservoir deux réacteurs surgénérateurs de 300 mégawatts (BN-800). Cette centrale nucléaire, baptisée Ouzul sud, aurait alors fourni de l'électricité à une région qui en manque mais aurait surtout pompé et évaporé l'eau polluée des réservoirs pour récupérer ainsi les particules radioactives sous une forme solide plus facile à traiter.

Malheureusement pour les technocrates, la vérité sur l'accident de Kychym, la pollution de Tcheliabinsk-40, est venue à l'encontre de

(1) La Recherche n° 207, février 1989.

(2) Baptisé AMAP (Atelier de modélisation de l'architecture des plantes), ce logiciel compte parmi les plus performants dans ce domaine. Basé sur les lois de probabilité du modèle architectural considéré, il permet de visualiser, sous forme d'images de synthèse, les étapes de croissance d'une douzaine de plantes.