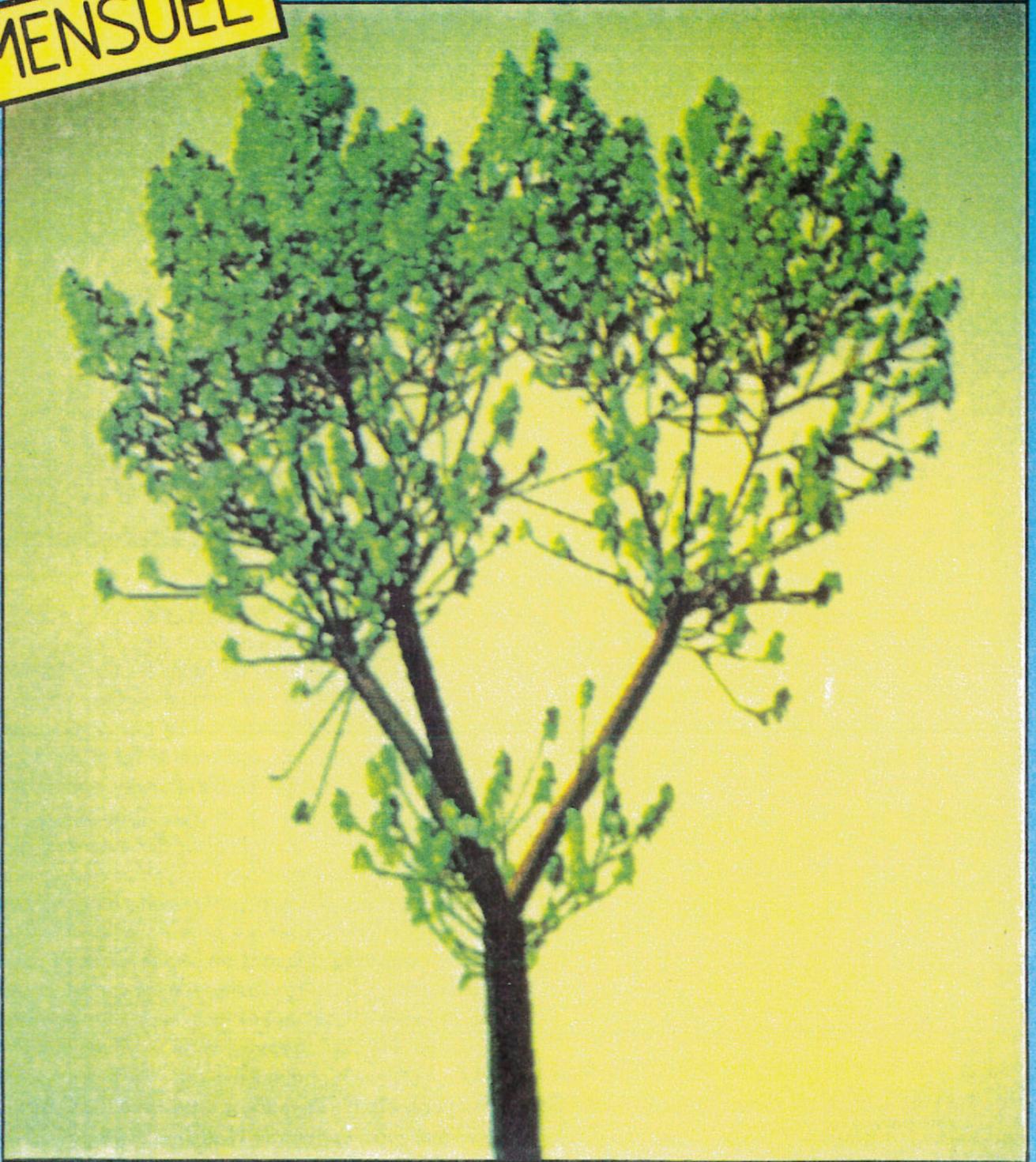


# AGROMATIQUE

MENSUEL



Dossier viticulture  
Informatique dans la filière bois

n°37 Septembre 1987

# VERS UNE MODELISATION DE L'ARCHITECTURE DES PLANTES

**S**IMULER la croissance d'une plante ou d'un arbre en fonction du modèle architectural auquel ils appartiennent, telle est la première fonction du logiciel AMAP. D'ores et déjà, de nombreuses applications dans des domaines aussi variés que l'agronomie, la sylviculture ou la communication peuvent être envisagées, telles que prévoir un rendement, simuler des interventions de pesticides sur des attaques d'insectes ravageurs, déterminer les conséquences d'un élagage, visualiser un jardin paysagé, trois, cinq ou dix ans après sa mise en place... De nombreuses possibilités offertes par ce logiciel qui traite de modélisation en matière de croissance végétale.

Des recherches dans le domaine de la modélisation des processus biologiques menées initialement au sein de deux départements du CIRAD (Centre de Coopération internationale en Recherche Agronomique pour le

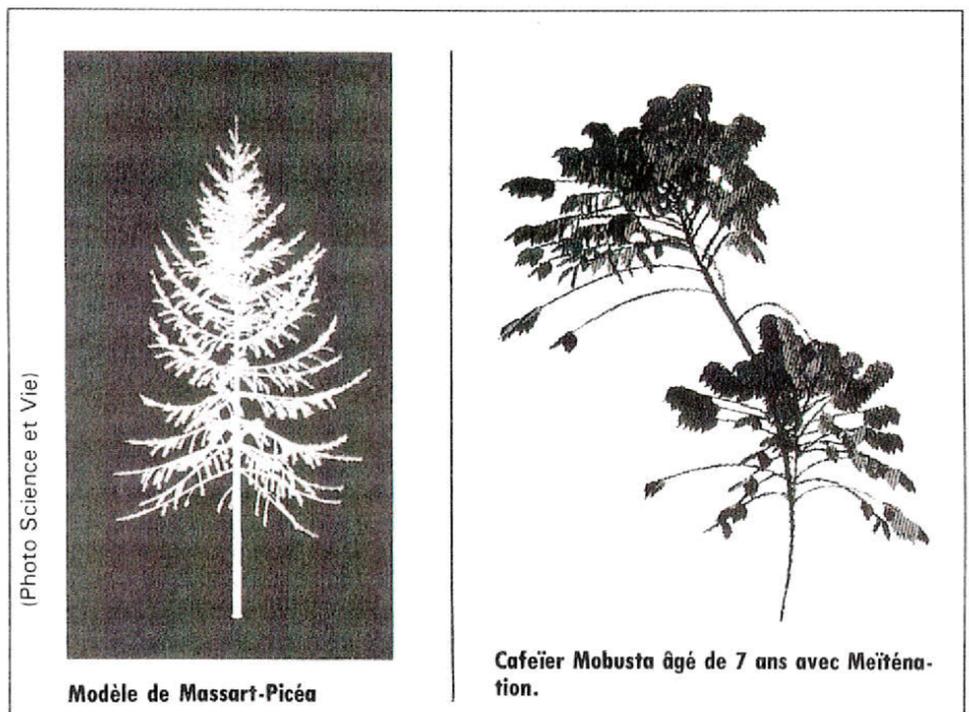
Développement), en Côte d'Ivoire, ont abouti à la création du laboratoire de biomodélisation du CIRAD sur le centre de recherches de Montpellier.

Des voies principales de modélisation sont actuellement développées. La première concerne l'architecture des plantes et a conduit à la formation de l'AMAP (Atelier pour la Modélisation de l'Architecture des Plantes), ainsi qu'à la mise au point, en 1987, d'un logiciel de tracé en images de synthèse commercialisé par la SESA.

La seconde porte sur la modélisation d'interactions biologiques. Des applications sont envisagées dans le domaine de l'expression des potentiels de production des

plantes cultivées, ainsi que dans des simulations et même des optimisation des interventions par pesticides sur des insectes ravageurs de cultures.

La simulation sur ordinateur de la croissance des plantes et sa visualisation posent en retour des questions nouvelles aux botanistes et agronomes, comme l'étude théorique et expérimentale des paramètres du modèle. Cette simulation permet de nombreuses applications, que ce soit en botanique, agronomie ou sylviculture avec par exemple la prévision de la gêne entre plantes, des effets de la taille, des quantités de bourgeons, feuille, biomasse ou encore l'évaluation de la surface foliaire exposée au soleil.



(Photo Science et Vie)

Modèle de Massart-Picéa

Caféier Mobusta âgé de 7 ans avec Meiténation.

Son domaine d'application s'étend aussi au secteur de la communication grâce aux images fixes ou animées pour l'audiovisuel, l'illustration, l'enseignement, l'aménagement d'espace.

## 23 modèles végétaux seulement

Chaque végétal présente à nos yeux une silhouette particulière nous permettant de la reconnaître, hêtre, saule pleureur, chêne...

Cependant, une discipline récente de la botanique, l'architecture végétale, remplace peu à peu ce concept de « port » pour une nouvelle notion, celle du « modèle architectural ».

Celui-ci représente en fait le port idéal, ne prenant pas en compte les contraintes externes. Il ne reflète que le développement interne de la plante : mode de croissance, ramification, direction des axes, position des fleurs...

L'étude de l'architecture végétale est devenue une discipline à part entière en 1950, mais elle a commencé dès le début du siècle. En effet, l'un des modèles les plus simples, celui de Massart, fut décrit en 1923. Il correspond à de nombreux conifères de nos régions : sapin, épicéa, araucaria...

Contrairement à ce que l'on pourrait penser au premier abord, 23 modèles seulement ont été différenciés par les auteurs de cette nouvelle classification établie en 1970 par F. Hallé, directeur du laboratoire de Botanique à l'Institut botanique de Montpellier et R. Oldeman, professeur de sylviculture à Wageningen, en Hollande.

Or, l'échantillon analysé porte sur plusieurs milliers d'espèces, principalement tropicales. Chaque modèle regroupe donc un grand nombre d'espèces, parfois très éloignées. Ce faible nombre de modèles s'explique en fait par la rareté et la simplicité de critères retenus pour les différencier.

Le principal critère est la durée d'activité des centres cellulaires spécialisés dans la croissance en longueur des axes : les méristèmes végétatifs. La différenciation et l'activité de ceux-ci sont, notamment, à la base du mode de ramification, clef du modèle architectural. Marie-Laure Moinet

décrit de façon complète, dans la revue « Sciences et Vie », les modèles ainsi en œuvre ainsi que les caractéristiques principales prises en compte. Nous citerons ici à titre d'exemples cinq modèles bien représentés sous nos climats tempérés et à croissance monopodiale :

— celui de Rauh, caractérisé par des branches à croissance dressée : peuplier, pin, chêne, frêne, arbres fruitiers... ;

— celui de Massart, dont les rameaux plus horizontaux ont tendance à venir se placer dans un plan : épicéa, sapin, teck... ;

— celui d'Attins comme le palétuvier ;

— celui de Cook représentant de nombreuses euphorbes ;

— celui de Roux avec le caféier.

## Une modélisation informatisée

Philippe de Reffye, agronome, généticien à l'IRCC (Institut de Recherches du café, du cacao et autres plantes stimulantes) en Côte-d'Ivoire a étudié la croissance de différentes variétés de caféiers. Grâce à des mesures mensuelles prises sur le terrain pendant six ans et traitées sur micro-ordinateur, il put établir en 1978 un modèle mathématique continu de la croissance du caféier permettant d'évaluer le rendement à partir de l'architecture de la plante.

P. de Reffye, aujourd'hui directeur du laboratoire de biomodélisation du CIRAD, a, par ailleurs, mis en évidence le caractère spécifique de l'élasticité du bois. Cette constante génétique offre un nouveau critère de sélection dans la lutte contre la verve, affaiblissement causé par une charge en fruits trop élevée, fréquent chez le caféier. Simuler les effets du vent sur les branches peut être un autre aspect, utile ou esthétique, de cette application des théories de la résistance des matériaux à la modélisation de l'architecture végétale.

Cette étude de la modélisation pris de l'essor au CIRAD et en 1980, Claude Edelin, botaniste et P. de Reffye associaient leurs démarches. Les premiers modèles mathématiques représentaient les arbres en deux dimensions, mais dès 1983, ils stimulèrent le développement tridimensionnel de la plante.

Parallèlement, le département informatique de l'université de Strasbourg se montra intéressé par les synthèses graphiques obtenues et délégua M. Jaeger, chargé de leur amélioration.

## Un logiciel adapté au marché

Celui-ci transforma le programme initial qui devait être modifié pour chaque modèle, en un produit polyvalent, capable de traiter tous modèles architecturaux. Par ailleurs, le logiciel fut adapté à un matériel apte à fournir des graphismes colorés avec des places d'ombres et de lumière.

C'est en 1985 que l'AMAP fut créée, au vu du champ des applications possibles en matière d'informatique, de botanique, d'agronomie, de sylviculture, d'aménagement et de communication. L'INRA qui s'est joint à l'opération a réalisé des maquettes, par images de synthèse, d'une plante de maïs, puis d'une culture, afin de mesurer l'intensité lumineuse captée par les feuilles à une certaine hauteur, en fonction de l'orientation des rangs, de la densité de la plantation...

Depuis le 1<sup>er</sup> mars 1987, la SESA (Société d'Etudes des Systèmes d'Automation), qui démarre une activité « synthèse d'images » commercialise ce logiciel sous le nom d'AMAP. Le produit de base comporte le programme qui crée la forme de la plante en trois dimensions conformément aux « moteurs de croissance » de son modèle. Celle-ci apparaît bien sûr à l'écran en deux dimensions, mais l'utilisateur peut déterminer l'angle sous lequel il veut la voir.

Seule l'architecture de la plante est calculée par le programme, vendu avec trois fichiers « variétés ». Pour chacune d'entre elles, l'utilisateur définit ou modifie une série de paramètres : âge, environnement immédiat, vent, charge en fruit...

Si l'utilisateur propose une taille de son arbre à un certain âge, le logiciel lui renvoie une forme probable d'évolution, avec la marque des cicatrices...

En juin 1987, 40 variétés étaient disponibles. Les clients potentiels de ce logiciel sont divers : architectes, paysagistes, botanistes, enseignants, agronomes...

**Synthèse réalisée par L. Y.**