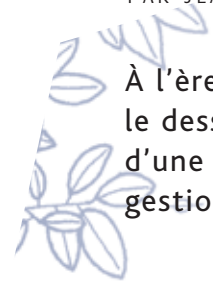


# Le développement des arbres révélé par le dessin

PAR JEANNE MILLET



À l'ère de l'informatique, qui aurait cru que le dessin allait contribuer à jeter les bases d'une meilleure compréhension et d'une meilleure gestion du développement des arbres ?

Dans les années 1970, une importante découverte a été réalisée en forêt tropicale, là où l'on trouve la plus grande diversité d'arbres. Trois botanistes, Francis Hallé, Roelof Oldeman et Barry Tomlinson, ont décrit dans un livre abondamment illustré 23 modèles architecturaux, autant de façons pour un arbre de se construire. Depuis, il s'est avéré que toutes les plantes du monde, des herbes aux arbres, poussent selon l'un ou l'autre de ces modèles, maintenant dénombrés à 22 depuis la révision de Hallé en 2004. Décidément, les plantes ne poussent pas n'importe comment ! Les modèles architecturaux révèlent qu'une partie du développement de l'arbre est codée génétiquement et résulte de son mode de croissance, de ramification et de différenciation des axes, entre autres.

© Jeanne Millet

## LE DESSIN, OUTIL DE RECHERCHE

À une époque où la mode est aux ordinateurs portables et aux analyses statistiques, il serait facile d'oublier l'importance du dessin en science. Pourtant, il est admis que la méthode doit se mettre au service de la recherche, et non l'inverse. Or, lorsqu'on cherche à identifier les mécanismes de fonctionnement des méristèmes apicaux d'une plante de l'envergure d'un arbre tout au long d'un cycle de vie pouvant s'étendre sur 200 ou 300 ans, on a intérêt à mettre de côté la prise de mesures fines. Le dessin permet d'assembler et de comparer rapidement une multitude de données. Il permet de voir au-delà de ce qui est connu, en forçant le regard de l'observateur sur son objet d'étude ; un premier pas en recherche qui donne ici des résultats étonnants et fondamentalement utiles.

*Chaque modèle porte le nom d'un botaniste ayant contribué à la connaissance d'une plante icône du modèle.*

Intéressés par cette découverte, des biologistes et des forestiers du Québec ont tenté de reconnaître les modèles architecturaux chez les arbres de nos forêts, mais avec peu de succès. Et pour cause. Dans les années 1990 et 2000, mes recherches ont révélé que plusieurs de nos arbres ne se développent pas selon un seul modèle, mais selon plusieurs modèles emboîtés. Des 22 modèles architecturaux, seulement sept ont été observés à ce jour chez les arbres des régions tempérées. La juxtaposition de ces modèles leur donne une grande plasticité de forme et une grande capacité d'adaptation aux variations du climat.

Cette découverte rend possible la reconnaissance de la séquence complète de développement caractérisant chaque espèce d'arbre des régions

Les sept modèles présents en régions tempérées



Modèle de Leeuwenberg



Modèle de Koriba



Modèle de Rauh



Modèle de Massart



Modèle d'Attims



Modèle de Troll



Modèle de Mangenot

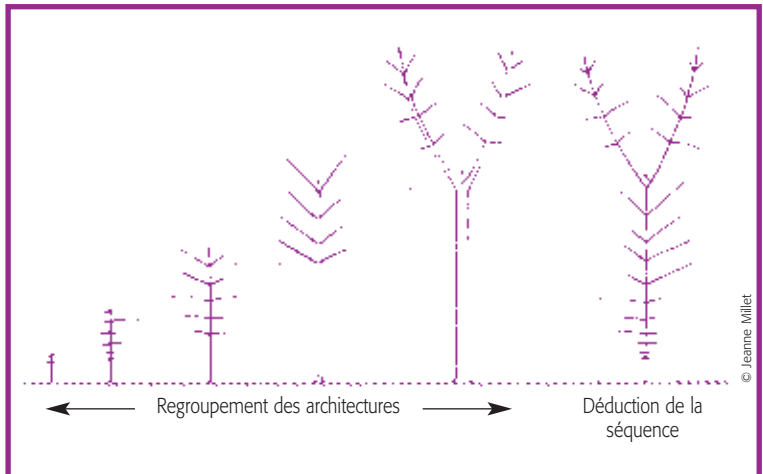
© Jeanne Millet

tempérées. Elle permet de distinguer dans la structure de l'arbre, avec plus de finesse qu'auparavant, ce qui est codé génétiquement de ce qui est soumis aux conditions de l'environnement.

### SAPINS ET VINAIGRIERS, DES MODÈLES SIMPLES

Pour bien comprendre comment fonctionnent les modèles emboîtés, il n'y a rien de mieux que d'analyser d'abord des modèles simples. Le sapin baumier (*Abies balsamea*) et le sumac vinaigrier (*Rhus typhina*) sont deux végétaux d'ici qui s'en tiennent presque toute leur vie à un seul modèle architectural. Et personne ne contestera leur différence notable ! Le sapin a un tronc unique sur toute sa hauteur avec des branches horizontales. On dit que son plan d'organisation est hiérarchisé. Le tronc, long et dressé, est dominant sur les branches plus courtes et étalées. Le sapin suit le modèle de Massart.

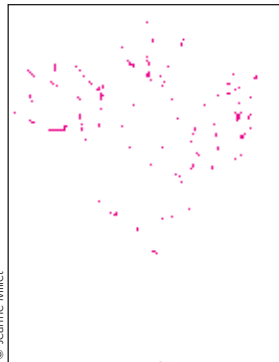
Le sapin baumier suit le modèle de Massart



### L'ARCHITECTURE DES ARBRES

L'architecture des arbres fait référence à la disposition relative des différentes parties d'un arbre : ses tiges, ses feuilles, ses bourgeons, ses fleurs, etc. Elle dépend de caractères codés génétiquement, mais aussi de caractères induits par l'environnement. Elle permet d'identifier, au-delà de la variété des architectures observables, les caractères propres à chaque espèce. Cette science exige d'observer plusieurs centaines d'arbres de la même espèce, de la plantule à l'arbre sénéscent, dans une diversité de milieux. C'est par recoupement des architectures que la séquence complète de développement de l'espèce est déduite. La qualité de l'environnement peut agir sur la vitesse de progression de la séquence de développement, sur l'expression plus ou moins prononcée d'une phase ou d'une autre, mais elle ne change pas l'ordre d'apparition des caractères associés à la maturation de la plante.

Le sumac vinaigrier suit le modèle de Leeuwenberg



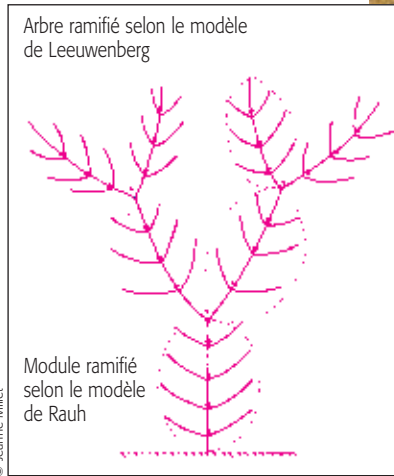
À l'opposé, le sumac vinaigrier met en place un tronc court dont l'extrémité fleurit. Sous la fleur, l'arbre produit une fourche. Les deux éléments de la fourche fleurissent à leur tour et produisent chacun une fourche. Le corps de la plante résulte ainsi d'un empilement de fourches successives. On dit que le plan d'organisation du vinaigrier est polyarchique. À chaque fourche, les éléments produits sont considérés équivalents. Aucune hiérarchie ne s'établit entre eux. On a affaire à un modèle de Leeuwenberg.



FRÊNES ET ÉRABLES, DES MODÈLES EMBOÎTÉS

Si on tente une représentation graphique de deux modèles emboîtés, par exemple un Leeuwenberg de Rauh (le modèle de Rauh est semblable au modèle de Massart – sapin baumier –, mais les branches sont dressées au lieu d'être horizontales), on obtient une structure semblable à celle du frêne blanc adulte (*Fraxinus americana* ; voir dessin ci-contre). En bas âge, ce frêne se développe selon les règles du modèle de Rauh. À maturité, il forme une fourche dont les éléments reproduisent le développement du jeune arbre. Au premier niveau d'organisation, celui du module ramifié (jeune arbre), le développement suit les règles du modèle de Rauh, tandis qu'au deuxième niveau d'organisation, celui du système de fourches (arbre adulte), le développement s'apparente au modèle de Leeuwenberg. Chaque élément de fourche finira par fourcher à son tour.

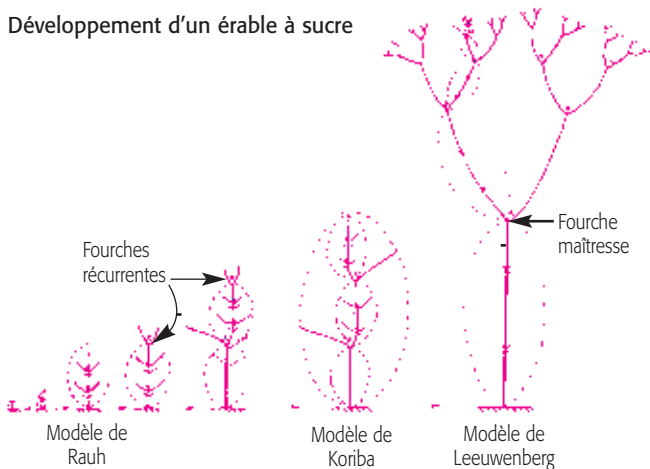
Développement d'un frêne blanc



L'érable à sucre (*Acer saccharum*) arrive champion avec ses trois modèles emboîtés : un Leeuwenberg de Koriba de Rauh. Le jeune plant se développe selon les règles du modèle de Rauh, le jeune arbre répond au modèle de Koriba avec ses fourches temporaires et l'arbre adulte acquiert des fourches permanentes et correspond ainsi à un modèle de Leeuwenberg (voir le schéma et l'explication plus bas).

La découverte des modèles emboîtés met en évidence l'existence chez certains arbres de fourches à caractère temporaire, des fourches récurrentes. Ces fourches sont liées au développement même de la plante, elles sont donc sous contrôle génétique. Elles se résorbent plus ou moins rapidement, formant le tronc, selon les conditions de l'environnement et les interventions faites sur l'arbre. Ne pas tenir compte de leur caractère temporaire, associé à la jeunesse de l'arbre, peut mener à des erreurs d'intervention qui donneront, des années plus tard, des résultats contraires à ceux souhaités.

Développement d'un érable à sucre



L'érable se développe pendant un temps selon les règles du modèle de Rauh, après quoi il établit une première fourche. Cette fourche a un caractère temporaire, c'est-à-dire qu'un élément de la fourche finit par se redresser et prendre le relais de l'allongement du tronc, tandis que l'autre élément s'affaisse et donne une branche, une caractéristique du modèle de Koriba. L'élément de fourche qui s'est redressé reproduit le modèle de Rauh jusqu'à la prochaine fourche. L'établissement d'une fourche temporaire se répète de façon récurrente pendant toute la phase de construction du tronc, d'où son nom de fourche récurrente, jusqu'à ce que le jeune arbre ait atteint un degré de maturité qui s'accompagne de l'établissement d'une fourche permanente, la fourche maîtresse. Cette fourche met définitivement fin à l'allongement du tronc de l'arbre et annonce sa maturité sexuelle. Chaque élément de la fourche permanente reproduit la structure du jeune arbre, puis fourche à son tour et ainsi de suite, ce qui s'apparente finalement au modèle de Leeuwenberg.



© Jardin botanique de Montréal (Michel Tremblay)

## DES APPLICATIONS

Puisque l'architecture des arbres permet de décrire la séquence complète de développement des arbres des régions tempérées, elle se révèle être un précieux outil de gestion de l'arbre et de la forêt. Elle sert, telle une carte, de plan de référence pour reconnaître le stade de développement d'un arbre, interpréter ses réactions de croissance à l'environnement et évaluer ses potentialités de croissance à venir. Dans l'ensemble, les connaissances en architecture des arbres permettent d'éviter des erreurs d'intervention, coûteuses pour l'homme et pour l'arbre. L'arboriculteur qui connaît l'architecture des arbres vous dira : « Quand l'arbre produit des rejets après une taille, c'est l'indice que vous avez manqué votre coup. Soit vous l'avez trop taillé, soit vous l'avez mal taillé. » Or, les rejets, ces repousses disgracieuses sur les troncs et les vieilles branches, sont légion sur nos parterres, dans nos rues et en plantations. Nous savons maintenant qu'il peut en être autrement, à moindre frais et pour la santé de nos arbres. Pour y arriver, il s'agit simplement de tenir compte de « comment ça pousse un arbre » !

*Jeanne Millet mène ses travaux de recherche depuis 20 ans à l'Institut de recherche en biologie végétale, tout en étant, depuis 2009, chercheuse invitée au Département de sciences biologiques de l'Université de Montréal.*

## DES EXEMPLES

À quoi servent les connaissances acquises par l'analyse de l'architecture des arbres ? Les réponses sont aussi diversifiées que les raisons de s'intéresser aux arbres. En voici quelques-unes :

- Pour la multiplication par bouturage, l'architecture permet de repérer les tiges possédant le plus grand potentiel de production de racines ;
- Pour obtenir une cime haute, l'architecture aide à choisir les conditions de croissance qui favorisent l'expression la plus prolongée possible de la phase de développement hiérarchisé de l'arbre ;
- Pour contourner efficacement et durablement le réseau de distribution électrique, l'architecture aide à diagnostiquer les différents types de fourche et à choisir les interventions favorisant l'établissement d'une fourche basse permanente ;
- L'architecture permet d'orienter les échantillonnages des scientifiques, en permettant de reconnaître les types d'axe et les unités architecturales à chaque niveau d'organisation ;
- Lorsqu'on aménage des forêts pour la récolte de bois, l'architecture permet de diagnostiquer l'état de développement des arbres, en plus d'orienter le choix et le moment des interventions.

### Pour en savoir plus :

- Millet, Jeanne. 2012. *L'architecture des arbres des régions tempérées : son histoire, ses concepts, ses usages*. Québec : Éditions MultiMondes, 432 p.
- Hallé, Francis, Roelof A. A. Oldeman et Philip Barry Tomlinson. 1978. *Tropical trees and forests: an architectural analysis*. New York : Springer-Verlag, 441 p.



Colin Favret

Centre sur la biodiversité  
de l'Université de Montréal



Institut de recherche  
en biologie végétale

Anne Bruneau, directrice de l'Institut de recherche en biologie végétale, est fière d'annoncer la nomination d'un nouveau professeur à l'IRBV.

**Colin Favret** (Ph.D. University of Illinois) vient d'être engagé par le Département de sciences biologiques à titre de professeur en systématique et en biodiversité des insectes. M. Favret sera le conservateur de la collection entomologique Ouellet-Robert récemment transférée au nouveau Centre sur la biodiversité de l'Université de Montréal. Les recherches de M. Favret, spécialiste des pucerons, porteront sur l'informatisation de la biodiversité et la « cybertaxinomie », soit l'utilisation de l'informatique pour accélérer la recherche en systématique.

Institut de recherche en biologie végétale,  
4101, rue Sherbrooke Est, Montréal (Québec) H1X 2B2 • 514 343-2121  
[www.irbv.umontreal.ca](http://www.irbv.umontreal.ca) • [www.biodiversite.umontreal.ca](http://www.biodiversite.umontreal.ca)

Université  
de Montréal

espace  
pour la  
vie Montréal  
insectarium  
jardin botanique