

MODELE ARCHITECTURAL

Claude EDELIN, Daniel BARTHELEMY, Pierre RAIMBAULT

I. Définition

Le concept de modèle architectural a été introduit par Hallé et Oldeman en 1970 à la suite de l'observation de la structure et du mode de développement des plantes tropicales. Ces deux auteurs avaient constaté que malgré la diversité spécifique, l'architecture des plantes pouvait se résumer à un nombre restreint de formes fondamentales qu'ils ont nommées "*modèles architecturaux*" ou plus simplement "*modèles*".

Le modèle architectural d'une plante peut être défini comme la série d'architectures qui se succèdent, dans des conditions écologiques stables et non contraignantes, de sa germination à sa floraison et qui résultent de l'expression de son patrimoine génétique (fig. 1). Il correspond donc à une stratégie de croissance inhérente à la plante et représente l'expression de son programme de développement endogène. Il débute à la germination et se manifeste ensuite par la formation successive et ordonnée d'organes qui sont qualifiés de « *séquentiels* ».

Le concept de modèle architectural doit être bien différencié de celui de "type". Un type correspond à une forme figée, dans le temps et dans l'espace. C'est une référence immuable. Le modèle architectural définit au contraire une structure évolutive et admet l'existence de variations.

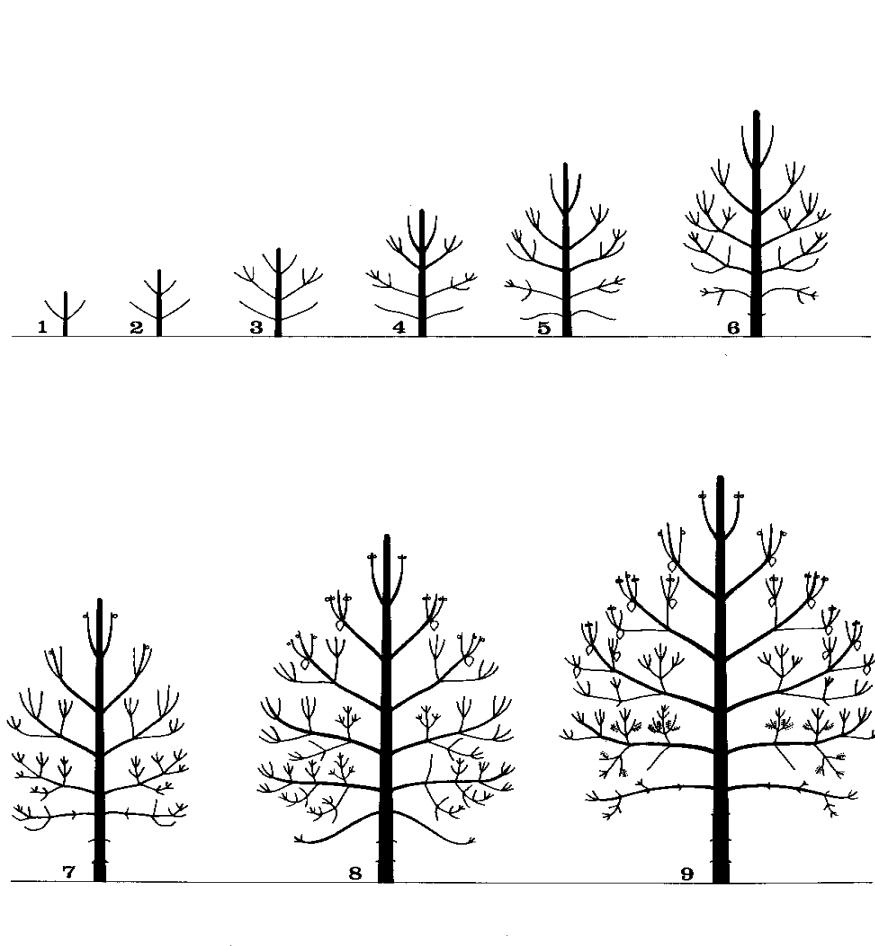


Figure 1 : la série de croissance définissant le modèle architectural de Rauh

II. Caractéristiques associées et/ou modalités d'expression

Les modèles architecturaux

Chaque modèle correspond à une combinaison particulière de caractères morphologiques simples et majeurs comme :

- l'absence ou la présence de ramification,
- le mode de croissance (défini ou indéfini, rythmique ou continue),
- le mode de ramification (terminale ou latérale ; monopodiale ou sympodiale ; continue, rythmique ou diffuse),
- la différenciation morphologique des axes, principalement leur caractère orthotrope ou plagiotope,
- la position de la sexualité.

Le nombre théorique de ces combinaisons est élevé, mais parmi tous les végétaux étudiés à ce jour, seulement 23 modèles architecturaux ont été rencontrés (Hallé *et al.*, 1978). Chaque modèle porte le nom d'un botaniste s'étant particulièrement illustré dans la description d'espèces présentant un mode de développement qui s'y rattache.

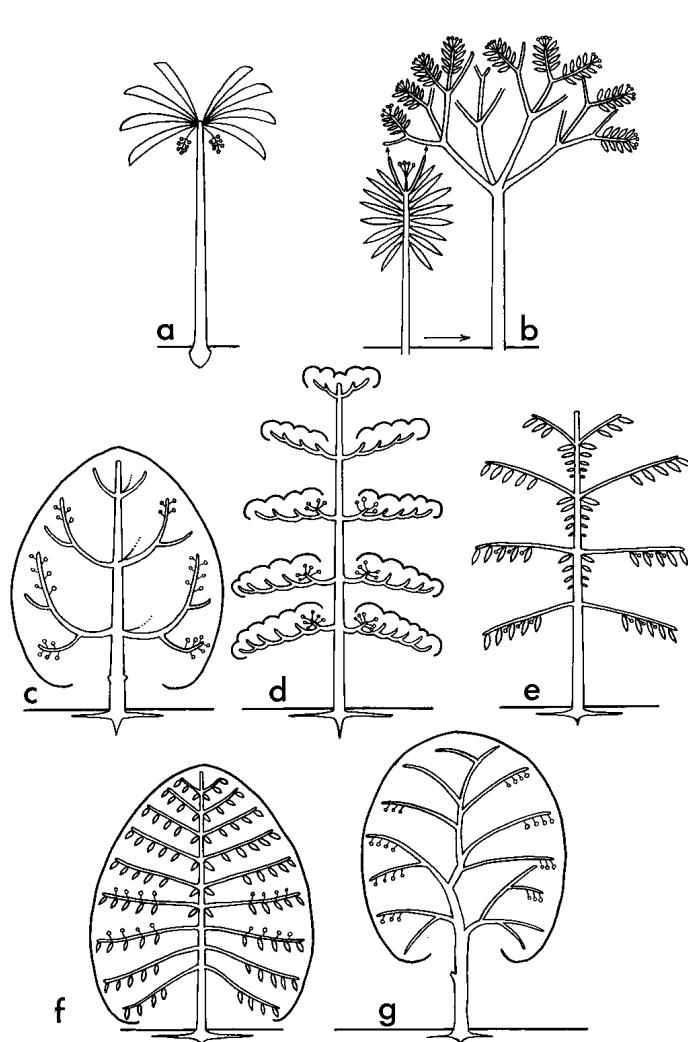


Figure 2 : quelques modèles architecturaux : a) modèle de Corner, b) modèle de Leeuwenberg, c) modèle de Rauh, d) modèle d'Aubréville, e) modèle de Massart, f) modèle de Petit, g) modèle de Troll

Les modèles architecturaux ont été classés à l'origine en fonction de leur degré de complexité croissante (Fig. 2). On distingue ainsi :

- Les plantes monocaules

modèle de Holttum, modèle de Corner (fig.2a)

- Les plantes polycaules

plantes à axes végétatifs tous équivalents et orthotropes

modèle de Tomlinson, modèle de Chamberlain, modèle de Leeuwenberg (fig.2b), modèle de Schoute,

plantes à axes végétatifs différenciés

modèle de Koriba, modèle de Prévost, modèle de Mc Clure, modèle de Fargelind, modèle de Petit (fig.2f), modèle d'Aubréville (fig. 2d), modèle de Scarrone, modèle de Stone, modèle de Rauh (fig.2c), modèle d'Attims, modèle de Nozeran, modèle de Massart (fig.2 e) , modèle de Roux, modèle de Cook

plantes à axes végétatifs à structure mixtes

modèle de Champagnat, modèle de Mangenot, modèle de Troll (fig. 2g)

Les modèles architecturaux ne sont pas tous également représentés dans le règne végétal. Le modèle de Troll est considéré comme le plus fréquent au moins chez les espèces ligneuses. En revanche le modèle de Schoute, qui concerne uniquement les plantes à ramification terminale (dichotomie ou trichotomie vraie) est très rare. Le modèle de Nozeran semble limité à l'Amérique du sud alors que le modèle de Rauh est répandu dans le monde entier.

Il existe un lien entre les modèles et la taxonomie, mais ce lien est très variable. Par exemple, on rencontre tous les modèles architecturaux dans le seul genre *Euphorbia* alors que la famille de Myristicaceae toute entière ne présente que le modèle de Massart.

III. Discussion

Les problèmes

Valeur comparée des modèles architecturaux

Les modèles architecturaux n'ont pas tous la même valeur. Certains d'entre eux ont des définitions précises et correspondent à des formes stables, presque stéréotypées. C'est par exemple le cas du modèle de Leeuwenberg (fig. 3a) dont les modalités générales se retrouvent avec peu de variations chez les différentes espèces concernées. D'autres en revanche ont une définition plus large et admettent de nombreuses variations. Le modèle de Troll (fig. 3b) regroupe ainsi toutes les plantes entièrement formées d'axes plagiotropes. Ce caractère mis à part tous les autres sont possibles : le tronc peut provenir de l'empilement indéfini de différents axes ou du redressement secondaire de la partie proximale d'un axe unique ; la plante peut être monopodiale ou sympodiale ; les axes peuvent avoir une ramification rythmique ou continue ; enfin la floraison peut apparaître terminalement ou latéralement. Une telle diversité architecturale se retrouve aussi dans le modèle de Tomlinson.

Ainsi certains modèles se présentent non comme des formes simples mais comme des complexes qui englobent d'autres modèles architecturaux.

Les plantes à sympodes linéaires

Depuis la découverte des modèles architecturaux, plusieurs espèces dont les axes sont des sympodes linéaires ont été étudiés. Ces plantes présentent des architectures qui ressemblent à

des monopodes (pseudo-monopodes au sens de Troll) et leur mode d'occupation de l'espace est indiscutablement semblable à ceux des divers modèles monopodiaux (fig. 4). Pour lever cette ambiguïté il existe deux solutions : ou il faut donner une nouvelle définition aux modèles en tenant compte différemment des descripteurs morphologiques utilisés, ou il faut re-définir la notion d'axe.

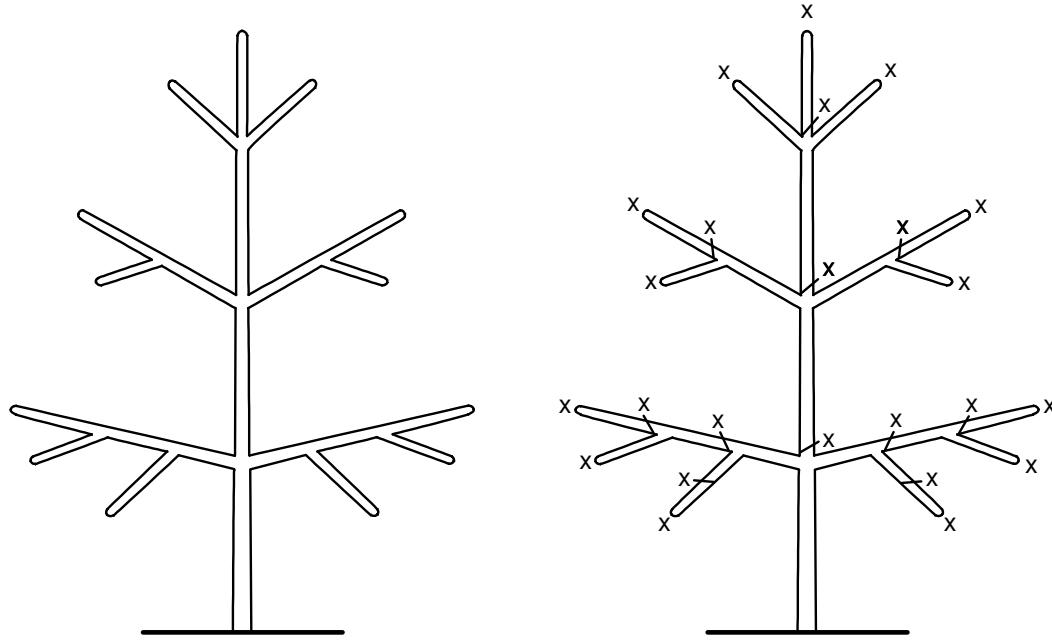


Figure 3 : plante monopodiale (modèle de Massart) et plante pseudo-monopodiale

Les architectures intermédiaires et les transitions entre modèles

Les modèles architecturaux ne sont pas des formes fixes et il existe entre eux de nombreuses situations intermédiaires. Ainsi certains épicéas (Edelin, 1977) ont-ils à la fois des traits du modèle de Rauh et de celui de Massart : leurs branches poussent horizontalement, mais leurs apex sont presque verticaux (fig. 5). Dans bien des cas, il est difficile de classer les espèces dans un modèle précis.

D'autre part l'étude des plantes à métamorphose (Edelin, 1984) a montré qu'une même plante peut changer de modèle au cours de son développement. Chez certains Araucarias, conformes au modèle de Rauh lorsqu'ils sont jeunes, se développent selon le modèle de Rauh à l'état adulte. Chez d'autres espèces la transition concerne trois modèles différents : Barthélémy (1986) a constaté qu'*Isertia coccinea* (Rubiaceae) commence son développement comme un modèle de Rauh, puis la poursuit conformément au modèle de Scarrone pour terminer de manière entièrement sympodiale selon le modèle de Leeuwenberg (fig.6).

Toutes ces constatations montrent qu'il n'existe aucune barrière stricte entre les différents modèles architecturaux. Au cours de l'ontogenèse ou de la phylogénèse, il est ainsi possible de passer progressivement d'un modèle à un autre. Tous les intermédiaires semblent exister mais l'expérience montre que, si le mode de développement d'une plante n'est pas exactement conforme à l'un ou l'autre des modèles décrits, il s'en rapproche toujours. Ainsi, les modèles architecturaux représentent des formes statistiquement les plus probables pouvant apparaître au sein d'un même « *continuum architectural* ».

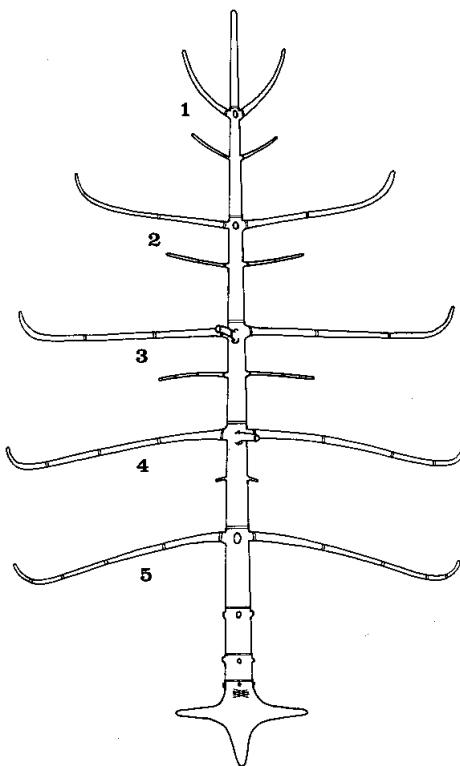


Figure 4 : architecture de *Picea abies*, intermédiaire entre les modèles de Rauh et Massart.

Conclusion

Découverte depuis trente ans, la notion de modèle architectural n'est pas encore très claire. D'un point de vue pratique, elle est extrêmement puissante pour décrire rapidement une architecture et sa découverte a rendu possible l'étude de structures complexes qu'on ne pouvait pas aborder jusqu'alors. Mais n'est-elle qu'un outil de description ? On pourrait parfois le penser quand on songe aux plantes à axes pseudo-monopodiaux dont l'architecture ressemble à celle de certains modèles mais ne correspond pas aux modalités de développement données dans leur définition. Pour ces plantes, le modèle architectural semble exprimer surtout la phystionomie générale de l'organisme et non sa structure et le fonctionnement exact de ses méristèmes.

Toutefois le modèle architectural nous semble dépasser ce rôle uniquement descriptif. D'une part il ne représente pas une structure en tant que telle mais une stratégie de fonctionnement des méristèmes. Pour rendre compte de cette structure, il faut faire appel à la notion d'unité architecturale (Edelin 1977, Barthélémy 1986). D'autre part, il correspond à une réalité omniprésente dans le règne végétal, toutes les plantes pouvant être rattachées à un ou plusieurs modèles architecturaux. Cela va même plus loin puisque Dauget a montré au travers de son étude de l'architecture des coraux que la notion de modèle est valable pour l'ensemble des organismes fixés, animaux ou végétaux.

Sans aucun doute la notion de modèle reflète un niveau de fonctionnement fondamental chez les êtres vivants mais les différentes réserves ou ambiguïtés qui apparaissent lors de son étude montrent que nous n'avons pas encore pleinement saisi ce qu'il représente réellement dans la biologie des plantes.

IV. Bibliographie

- Barthélémy D. 1986 - Establishment of modular growth in a tropical tree : *Isertia coccinea* Vahl. (Rubiaceae). Phil. Trans. R. Soc. Lond., 313, 89-94.
- Barthélémy D., Edelin C . et Hallé F., 1989 - Architectural concepts for tropical trees - In : *Tropical forests. Botanical dynamics, speciation and diversity.* Holm-Nielsen L. B., Nieisen I. C. et Balslev H. eds, pp 89-100. Académic Press, Londres.
- Dauget J.-M. 1986 - Application des méthodes architecturales aux coraux : quelques traits communs aux formes vivantes fixées. Thèse de Spécialité de l'Université de Montpellier II. 245p.
- Edelin C., 1977 - Images de l'architecture des Conifères - Thèse de Doctorat de 3ème Cycle, Université de Montpellier II, 255 p.
- Edelin C., 1981 - Quelques aspects de l'architecture végétative des Conifères. *Bulletin de la Société botanique de France, 128, Lettres botaniques , Paris,* 128 (3) : 177-188.
- Edelin C., 1984 - L'architecture monopodiale : l'exemple de quelques arbres d'Asie tropicale - Thèse de Doctorat d'État , Université de Montpellier II, 2-58 p.
- Hallé F. et Oldeman R.A.A. 1970 - Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux . Masson, Paris.
- Hallé F., Oldeman R.A.A. et Tomlinson P.B. 1978 - Tropical trees and Forests : an architectural analysis. Springer Verlag, New York.