

Architecture des arbres : une clé pour comprendre le fonctionnement des forêts ?

Fiche **QUESTIONS SUR...** n° 02.02.Q08

2018, révisée juin 2026

Jean-Luc PEYRON, membre de l'Académie d'Agriculture de France, avec D. BARTHÉLEMY, Y. CARAGLIO et V. SABATIER

Mots clés : système d'axes, rameau, réitération, croissance, cerne

L'approche architecturale des arbres postule que l'édification d'un arbre – si elle est modulée et dépendante de son environnement – repose avant tout sur des règles d'organisation propres à chacune des espèces.

Cette connaissance de la stratégie d'occupation de l'espace par le végétal, couplée à une vision dynamique du système d'axes (tige et racine), permet d'aborder les mécanismes, les réponses des architectures à des modifications du milieu.

Pour autant faut-il connaître les composantes fines de chacune des espèces pour pouvoir utiliser l'architecture végétale comme grille de lecture du développement de l'arbre ? En quoi la compréhension de l'architecture individuelle nous informe-t-elle sur l'état de la forêt ?

Comment décrire le système d'axe d'un arbre : approche architecturale et réitération

La construction des axes au cours du temps laisse des marqueurs (externe et/ou interne) de la temporalité, permettant de retrouver la dynamique de construction (*Fig. 1*). Les axes sont organisés en catégories de comportement (rameaux longs d'exploration, rameaux courts d'exploitation, rameaux épineux) définissant l'unité architecturale de l'espèce (*Fig. 2*). Cette architecture élémentaire peut se répéter au cours du développement et/ou en cas de traumatisme. Ce processus s'appelle la réitération.

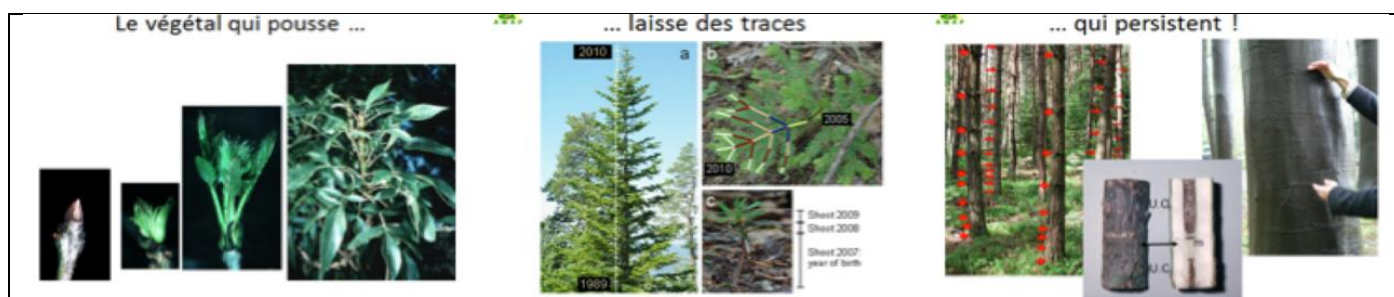


Fig. 1 : lecture rétrospective de la croissance grâce à des marqueurs morphologiques : **A** : allongement de la pousse annuelle chez le frêne oxyphylle ; **B** : identification *a posteriori* des limites de pousse annuelle chez le sapin pectiné ; **C** : limites de pousses annuelles chez le pin sylvestre ; **D** : limites d'une pousse annuelle chez le hêtre ; **E** : interruption de la moelle de la tige au niveau de la limite entre deux pousses successives chez le noyer.



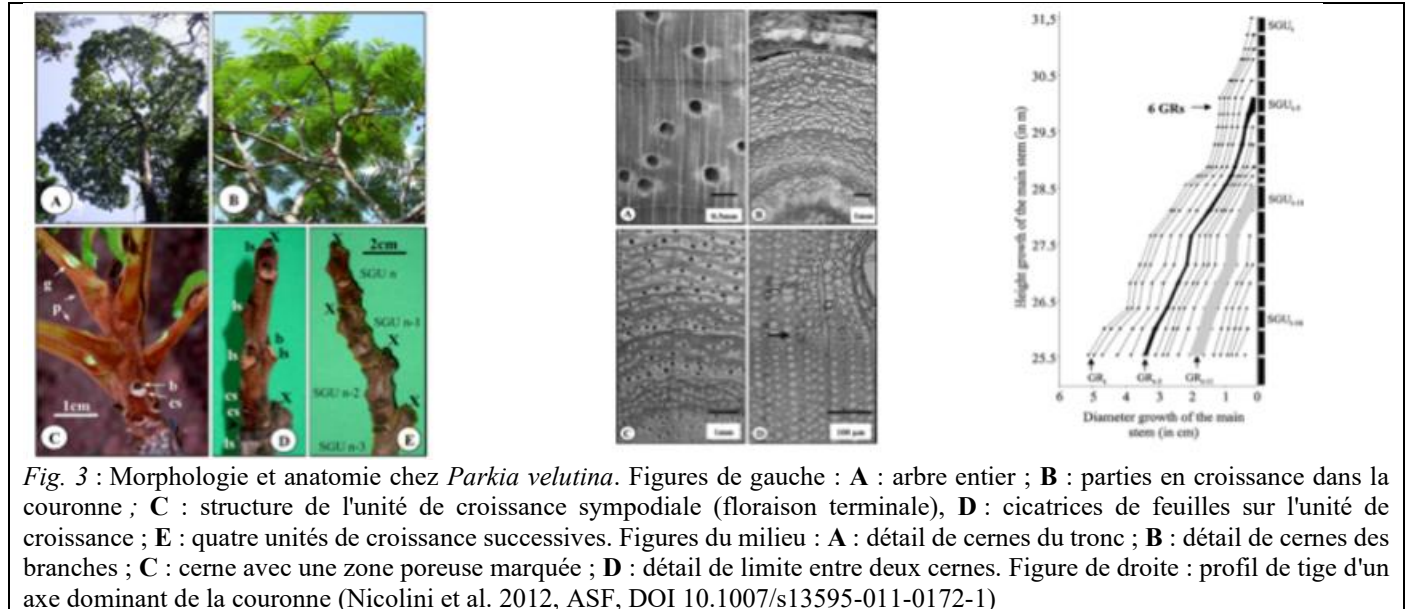
Fig. 2 : Concepts de l'analyse architecturale : **A** : l'unité architecturale chez le merisier ; **B** : la réitération séquentielle et traumatique ; **C** : séquence de développement chez le merisier.

Comment l'architecture donne les clés de l'histoire de l'individu et de l'identification de la variabilité liée aux conditions du milieu

En zone tempérée, la lecture des cernes et la mise en relation avec les effets climatiques sont une pratique ancienne et courante. Mais pour des arbres tropicaux, cette démarche n'est pas classique ni toujours réalisable.

L'architecture donnant accès à la temporalité de la structure permet :

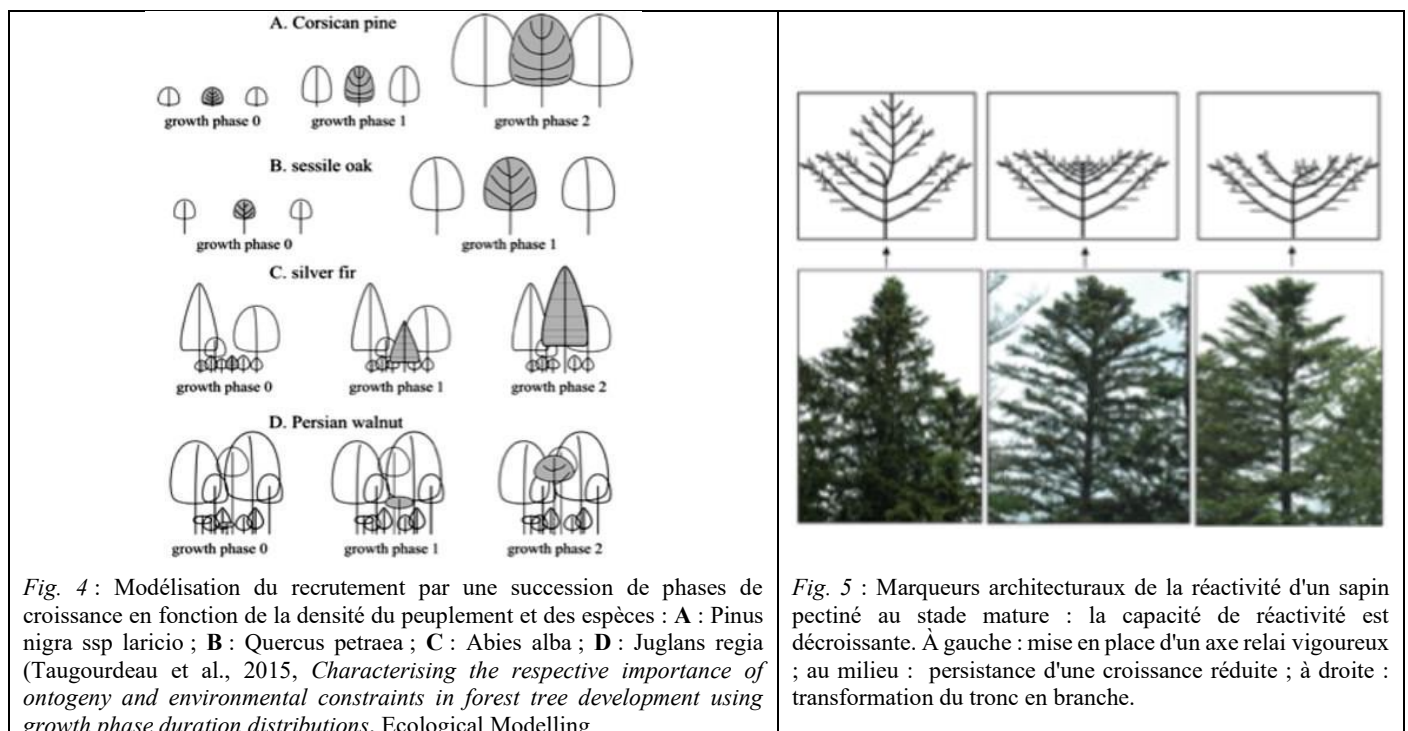
- de retrouver des relations hauteur-diamètre sur des espèces tropicales et tempérées,
- d'accéder aux composantes de la capacité de photosynthèse et de reproduction de l'arbre : le déploiement des systèmes d'axes (Fig. 3).



La lecture de l'architecture nous donne accès à l'historique de la croissance et de la floraison, sur des périodes plus ou moins longues ; on peut alors relier la croissance en hauteur et l'exploration de l'espace :

- au climat,
- aux perturbations biotiques,
- et à la régulation exprimée par les espèces sur la ramification/réaction (Fig. 4).

Le déploiement du système d'axes qui en découle est un élément moteur de la capacité photosynthétique : les aptitudes à l'allongement de l'axe porteur contrôlent plus directement la surface foliaire (Fig. 5).



Le stress hydrique – qui impacte l'allongement – a une forte répercussion sur les axes latéraux mis en place l'année suivante et pénalise la croissance secondaire avec un effet retard (décalage d'un an). La réactivité de l'organogénèse aux modifications locales de l'environnement est pilotée par la croissance secondaire¹

Diagnostic architectural : clé pour évaluer croissance et séquestration de carbone des forêts

La connaissance de l'architecture d'un grand nombre d'espèces a permis la transposition de ces notions aux techniciens forestiers, et s'est concrétisée par la mise en place de protocoles d'observation pour :

- établir un diagnostic de l'architecture, donnant des indications sur le niveau de stress subi par l'arbre,
- établir sa réactivité, et donc proposer une prédiction de l'évolution de son architecture.

L'évaluation de la fragmentation de la couronne des arbres est ainsi reliée à une capacité de croissance et donc de séquestration de carbone (Fig. 6). En forêt tempérée et tropicale et face aux multiples espèces, des traits architecturaux simples ont été identifiés pour caractériser les statuts sociaux des arbres de la canopée et ainsi définir l'état de la dynamique forestière.

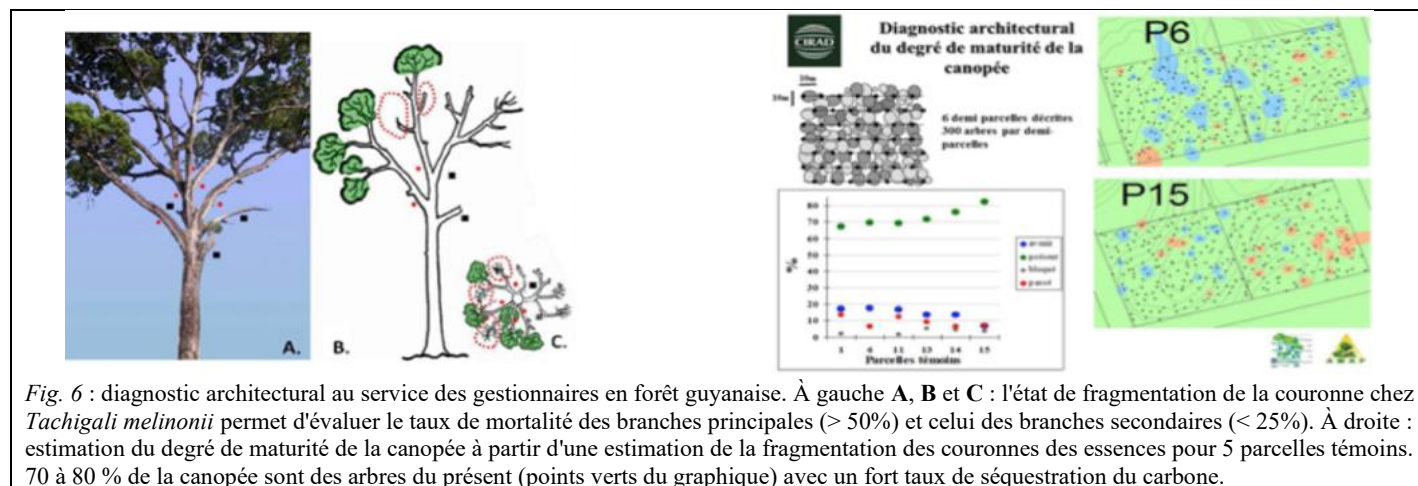


Fig. 6 : diagnostic architectural au service des gestionnaires en forêt guyanaise. À gauche A, B et C : l'état de fragmentation de la couronne chez *Tachigali melinonii* permet d'évaluer le taux de mortalité des branches principales (> 50%) et celui des branches secondaires (< 25%). À droite : estimation du degré de maturité de la canopée à partir d'une estimation de la fragmentation des couronnes des essences pour 5 parcelles témoins. 70 à 80 % de la canopée sont des arbres du présent (points verts du graphique) avec un fort taux de séquestration du carbone.

Les mesures rétrospectives-clés pour la datation des arbres : dynamique forestière et âge de perturbations forestières

Les mesures rétrospectives et les liens avec la phénologie ont permis de démontrer la relation entre la saisonnalité et l'expression de la floraison et de la ramification chez le *Cecropia*, tandis que sa production foliaire reste continue et régulière pour une espèce et une zone géographique donnée. Ainsi, la simple observation des étages de branches permet d'estimer l'âge des individus. Ces espèces colonisant les ouvertures forestières, cela devient un outil performant et précis pour dater l'âge des perturbations forestières (voir Fig. 7 en page 4).

Ce qu'il faut retenir :

- L'architecture des arbres correspond à l'organisation du végétal et son évolution au cours du temps.
- L'analyse architecturale donne des clés pour décrire la plasticité phénotypique, pour évaluer la dynamique forestière et pour dater les arbres.
- Ces méthodes sont des outils pour mieux comprendre le fonctionnement d'une forêt et ses capacités à s'adapter à des perturbations climatiques. L'étape suivante, en cours, est de porter ces méthodes sur des applications nomades qui seront utilisées dans un futur proche par les gestionnaires forestiers.

Pour en savoir plus

- fiche 02.02.Q11 Que peut-on lire dans les cernes des arbres ?
- fiche 02.07.Q15 Une gestion forestière virtuelle ?

¹ Cas du hêtre, Cochard et al., 2005, *Hydraulic architecture correlates with bud organogenesis and primary shoot growth in Beech (Fagus sylvatica)*, Tree physiology.

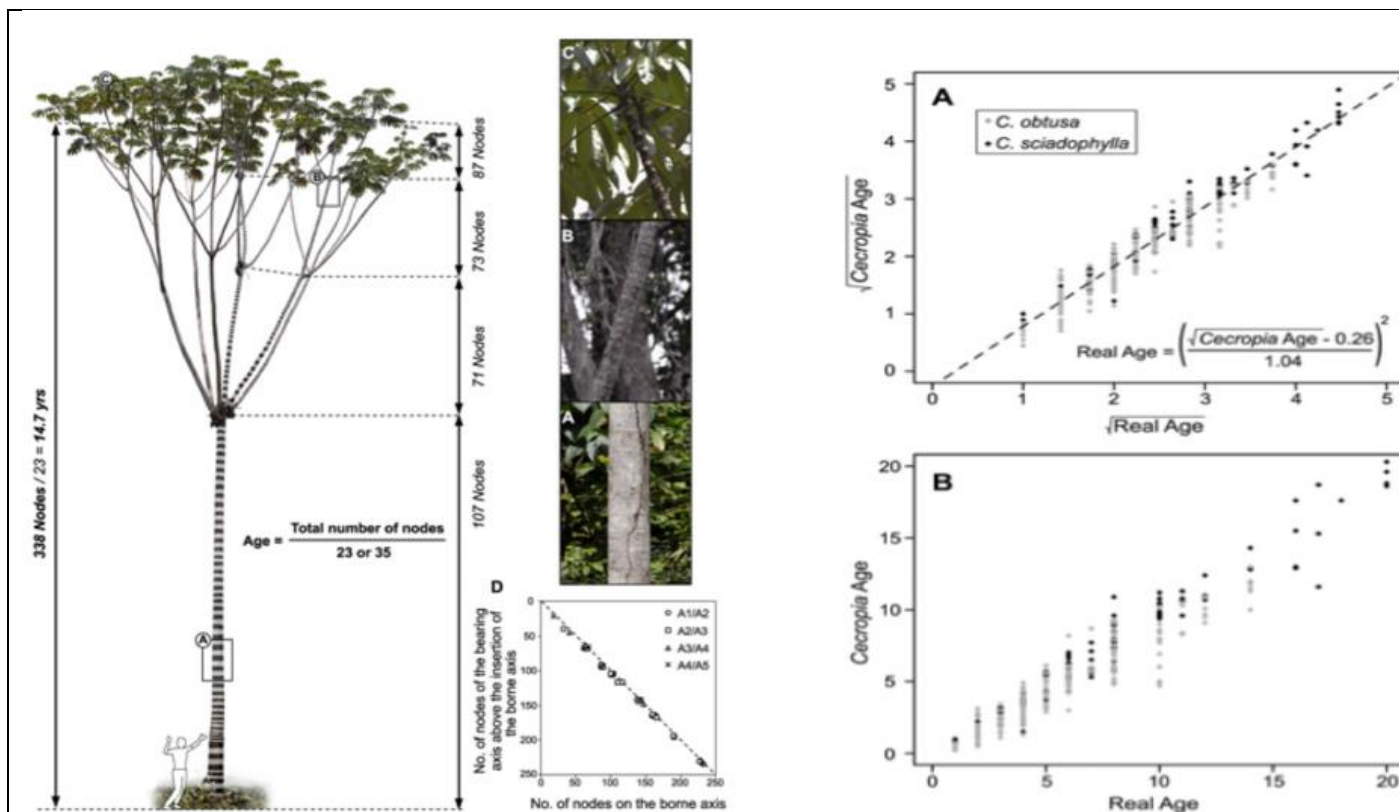


Fig. 7 : estimation de l'âge d'une perturbation forestière. Silhouette d'un *Cecropia sciadophylla* de 14,7 ans. L'estimation de l'âge d'un *Cecropia* consiste à diviser le nombre total de nœuds du tronc par le nombre de nœuds émis au cours d'une année (23 pour le *Cecropia sciadophylla* et 35 pour *C. obtusa*). **A**, **B** et **C** : traces des feuilles et des stipules à différentes hauteurs dans l'arbre. **D** : relation entre le nombre de nœuds de l'axe (An) et celui du porteur A(n-1). A droite : **A** et **B** relation entre l'âge estimé grâce au protocole et l'âge réel estimé à partir d'enquêtes de l'ONF. (Zalamea et al., 2012 doi:10.1371/journal.pone.0042643.g001)