

## **Les 4 principes de la méthode ARCHI**

La méthode d'analyse architecturale des arbres (ou méthode ARCHI) permet de diagnostiquer les anomalies du développement (écarts à la normale), ainsi que les processus de résilience (retours à la normale). Elle repose sur 4 principes.

### **1. Le principe des séquences de référence**

Le développement d'un végétal est caractérisé par un changement continu du fonctionnement des méristèmes induisant une modification progressive de l'architecture. L'analyse architecturale permet de découper en étapes ce développement et d'établir ainsi une séquence ordonnée d'événements morphologiques jalonnant la vie de l'arbre. Chaque essence possède sa propre séquence et cette dernière est considérée comme la référence d'un développement optimal. Une telle approche se distingue de la notion « d'arbre de référence » que les forestiers définissent comme « arbre normal » pour les conditions pédologiques, climatiques et sylvicoles d'une localité donnée. Avec une telle définition, le risque est d'avoir autant d'arbres de références que de peuplements, de stations et de stades de développement, ce qui peut considérablement biaiser les diagnostics de l'état des forêts. Avec le concept de « séquence de référence » au contraire, il y a une prise en compte de la part endogène du développement indépendante de l'environnement local. Ce principe permet de distinguer les dépérissements, divers et souvent passagers, du vieillissement et de la sénescence, stade ultime et inéluctable du développement. Une descente de cime par exemple (mortalité en tête avec production de gourmands vigoureux en retrait), est un cas possible de dépérissement réversible. A l'inverse, un appauvrissement progressif de la ramification, avec des fourches de plus en plus rapprochées les unes des autres au cours du temps, reflète le vieillissement naturel d'un arbre adulte devenant mature. D'autres exemples suivront dans le texte.

### **2. Le principe de la diversité botanique**

Chaque essence présente des spécificités botaniques dont il faut tenir compte avec la méthode ARCHI.

Chez les chênes (pédonculé, sessile et pubescent), on distingue des unités architecturales à ramification normale et des unités architecturales à ramification appauvrie. On appelle unité architecturale, ou UA, l'architecture élémentaire de l'arbre. La première est à l'origine du tronc, les suivantes dérivent les unes des autres par répétition et forment le houppier. Le long d'une branche maîtresse, chaque U.A. répétée est délimitée par deux fourches successives. L'axe principal d'une U.A. est noté A1, il porte des axes secondaires A2, ceux-ci produisent des rameaux longs A3, lesquels donnent des rameaux courts A4. Une U.A. à ramification normale présente un contour quasi-pyramidal résultant du gradient complet de

ramification depuis l'A1 jusqu'aux rameaux courts A4. Une U.A. à ramification appauvrie possède au contraire une forme colonnaire due au passage direct de l'A1 aux rameaux courts. Cette dernière situation, brutale et impromptue, contrairement au vieillissement progressif et prévisible, est le signe d'une anomalie, d'un écart par rapport à la séquence de référence. Il s'agit donc d'un symptôme de dépérissement.

Le sapin pectiné possède 5 catégories d'axes, de A1 à A5. La mortalité concernant les axes A4 et A5 est liée à leur faible durée de croissance, elle est normale et passe inaperçue. Celle survenant sur les branches basses situées à l'ombre ou celle visible sur les rameaux A3 internes au houppier s'expliquent par une pénurie en lumière. En revanche, dès que la mortalité concerne des axes A3 en pleine lumière, ou pire, des A2 entiers, alors il s'agit d'un symptôme de dépérissement. C'est la raison pour laquelle une des étapes clé de la méthode ARCHI appliquée au sapin pectiné correspond à la question : y a-t-il au moins un A2 mort dans le houppier hors concurrence (le houppier hors concurrence étant la partie du houppier excluant les zones inférieures ou latérales soumises à des phénomènes de concurrence) ?

La méthode ARCHI sépare le houppier d'un douglas en deux parties. La flèche est la zone sommitale du tronc comprenant les six derniers étages de branches. Son feuillage, naturellement clairsemé, s'avère être particulièrement sensible aux épisodes de sécheresse. En dessous au contraire, le feuillage est dense car les branches présentent de longues draperies de rameaux A3. Cette dualité est prise en compte de deux façons. On considère, sous la flèche, que la quasi-totalité du tronc d'un douglas sain doit être caché par le feuillage. Au sommet, une coloration rousse des aiguilles ou un déficit foliaire de plus de 75% est le signe d'un dépérissement, mais attention aux jugements hâtifs : un tronc de douglas portant des branches rousses n'est pas nécessairement mort. En effet, il garde pendant 2 à 3 ans la capacité d'émettre des gourmands susceptibles de restaurer la flèche.

### 3. Le principe des trois types de gourmands

La vulnérabilité d'un arbre intègre son niveau de résistance (capacité à résister à un événement climatique extrême) et son aptitude à la résilience (capacité à retrouver une vitalité proche de celle qu'il avait avant un événement climatique extrême). Si des critères existent pour mesurer la résistance à la sécheresse, tel le P50 par exemple (potentiel hydrique provoquant une perte de 50% de conductivité des organes transportant la sève brute), la caractérisation de la résilience reste encore un sujet d'étude insuffisamment exploré. Après un stress, la méthode ARCHI montre clairement que les arbres utilisent le carbone, en moins en partie, pour produire des gourmands. Ceux-ci constituent une sorte d'investissement pour l'arbre. Certes, ils détournent de la sève au moment de leur croissance, mais ils contribuent à ce que l'arbre en produise davantage une fois qu'ils se sont développés. Plusieurs indicateurs de résilience sont ainsi utilisables : les délais d'apparition des gourmands (l'année même d'un stress, l'année d'après ou ultérieurement), leur nombre, leur répartition dans l'arbre (localisée ou diffuse), leur niveau de hiérarchie (présence ou absence de dominance) et leur âge ontogénique (jeune, adulte ou sénescant).

La typologie des gourmands choisie se base sur leur direction de croissance. Un gourmand est qualifié d'orthotrope lorsqu'il présente une symétrie axiale et une direction de croissance verticale. Il est plagiotrope si sa symétrie est bilatérale et sa direction de croissance horizontale à oblique. Enfin, il est nommé agéotrope lorsqu'il ne présente aucune symétrie et aucune direction de croissance privilégiée. Le gourmand agéotrope se distingue aussi par une croissance très limitée, tant en longueur qu'en épaisseur.

Type de gourmand	Sémantique	Morphologie	Fonction
Orthotrope	Du grec : « orthos » : droit et « tropos » : direction	-Direction de croissance verticale -Symétrie axiale	Réitérer l'architecture de jeunes arbres
Plagiotrope	Du grec : « plagios » : oblique et « tropos » : direction	-Direction de croissance horizontale à oblique -Symétrie bilatérale	Réitérer l'architecture de branches ou de rameaux
Agéotrope	Du grec : « a » : sans, « géo » : terre et « tropos » : direction	-Pas de direction de croissance privilégiée -Absence de symétrie -Croissance réduite -Durée de vie limitée	Assurer la survie de l'axe porteur

Tableau 1 : les trois types de gourmands selon la méthode ARCHI

Deux arbres ayant le même taux de mortalité, ou présentant un déficit foliaire identique, n'auront pas du tout le même devenir selon la nature des gourmands qu'ils portent. Si ceux-ci, même nombreux, sont tous agéotropes, ils parviendront à synthétiser la quantité de sucres nécessaire à leur pérennité, à la formation de nouveaux petits gourmands et au renouvellement des racines fines, mais seront dans l'incapacité de restaurer une croissance normale. Les analyses de la largeur des cernes l'ont clairement montré chez le chêne pédonculé. Si au contraire des gourmands vigoureux orthotropes sont présents, même en petite quantité, une dynamique de résilience du houppier est possible. C'est d'ailleurs par ce procédé que les arbres de nos villes, si souvent amputés par des tailles sévères, réussissent à se reconstruire.

#### 4. Le principe des clés de détermination

Jusqu'alors, après le constat d'un dépérissement, seule l'observation des symptômes était mise en œuvre pour décider de l'avenir des sujets touchés, sans que les marteleurs ne sachent précisément comment les hiérarchiser pour effectuer leurs choix. Dans ces conditions, les arbres les plus « stressés » (à branches mortes, cimes sèches ou feuillage clair) étaient les premiers exploités, sans réelle évaluation de leur capacité de réaction. À l'inverse, les arbres n'exprimant aucun symptôme immédiat étaient maintenus sans savoir précisément si un stress hydrique pouvait avoir des répercussions à retardement.

La méthode ARCHI hiérarchise les caractères morphologiques à observer. Pour cela, elle suit la logique de construction et de transformation des arbres. Ainsi, la plante suit d'abord une

séquence d'enrichissement de la ramification jusqu'à un ordre maximal (souvent A4 ou A5). Puis l'UA s'agrandit (cas de nombreux résineux) ou réitère (chez les feuillus surtout). La première image de l'arbre à considérer doit par conséquent réunir toutes les structures inscrites dans la séquence de référence. Dans un deuxième temps seulement, l'observateur est conduit à s'intéresser aux axes épicorniques, c'est-à-dire aux gourmands. Cette approche privilégie l'analyse qualitative sur l'estimation quantitative des marqueurs architecturaux, ce qui lui permet de fortement atténuer les différences d'appréciation entre notateurs. Par ailleurs, le qualitatif donne du poids aux événements importants de la vie d'un arbre. Ainsi, pour les chênes, au lieu d'essayer d'estimer la quantité de gourmands orthotropes, la méthode ARCHI préfère poser la question : plus de la moitié du volume du houppier est-il en cours de remplacement par des gourmands orthotropes à ramification normale? Dans certaines situations, 2 ou 3 gourmands suffisent ! De même, pour le sapin pectiné, la nature des axes concernés par la mortalité (A3 ou A2) revêt une valeur de diagnostic beaucoup plus grande que le volume global d'axes morts.

La méthode ARCHI propose des clés de détermination spécifiques à chaque essence ou groupe d'essences (une seule clé pour les chênes sessile, pédonculé et pubescent). Chacune guide l'observateur en lui posant des questions à réponse binaire oui/non et en le conduisant vers six sorties possibles (tableau 2). Les clefs ARCHI sont aujourd'hui disponibles pour six espèces: le chêne pédonculé, le chêne sessile, le chêne pubescent, le châtaignier, le Douglas et le sapin pectiné. D'autres espèces viendront progressivement s'ajouter au fur et à mesure de l'avancée des connaissances. L'appropriation et l'utilisation de la méthode nécessite deux conditions préalables : utiliser une bonne paire de jumelles (grossissement de 10) et suivre une formation sur le terrain.

Type ARCHI	Définition et pronostic du développement à court terme
Arbre sain	Arbre dont l'architecture est conforme à son stade développement
Arbre stressé	Arbre dont l'architecture s'écarte de la séquence de référence. Avenir incertain.
Arbre résilient	Arbre présentant une dynamique de retour à la normale
Arbre en descente de cime	Arbre construisant un nouvel houppier sous la cime d'origine
Arbre en dépérissement irréversible	Arbre bloqué dans une situation de non retour à la séquence de référence
Arbre mort	Arbre dont le cambium est mort à 1,3 m au dessus du collet

Tableau 2 - Les différents états d'un arbre selon la méthode ARCHI