

## CONTEXTE ET OBJECTIFS DU PROJET

Des incertitudes existent sur la capacité des arbres à surmonter des changements climatiques abrupts. Mise au point en 2010, la méthode Archi doit son acronyme à « architecture ».  
L'objectif du projet est de proposer une méthode de diagnostic visuel sur le terrain permettant d'estimer la résilience des arbres.  
Cette méthode a notamment abouti à la réalisation de clés de détermination ARCHI.

## CONTENU DU PROJET



L'outil se présente sous forme de fiches pédagogiques avec schémas légendés.

En comparant l'arbre observé aux schémas illustrant la séquence de développement de l'espèce, l'utilisateur en déduit le stade de développement de l'arbre.

Le principe est de réaliser deux séries d'observations :

- Observation des symptômes de dégradation du houppier (*ramification appauvrie, perte de dominance apicale, mortalité...*) ;
- Observation des processus de restauration du houppier (*développement de suppléants au rôle parfois déterminant et positif après un stress subi*).

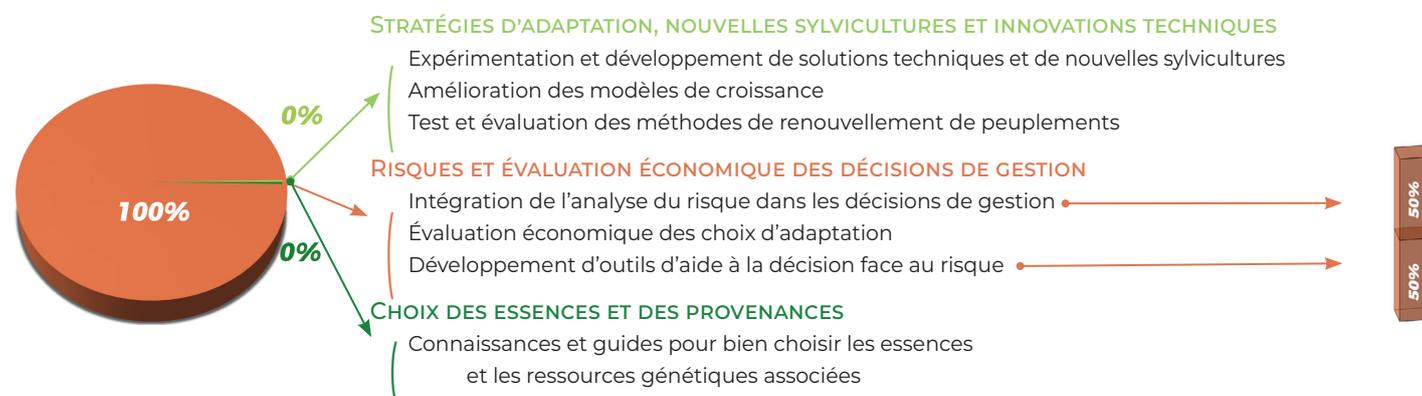
La méthode ARCHI se décline par essence ou groupe d'essences.

Elle est actuellement disponible pour quatorze d'entre elles :

Essences feuillues : *Castanea sativa, Quercus robur Q. Petraea, Q. Pubescens, Q. suber, Q. ilex et Fagus silvatica* ;

Essences résineuses : *Pseudotsuga menziessi, Picea abies, Pinus sylvestris, P. nigra corsicana et salzmanni, P. unicanata et Abies alba.*

## CONTRIBUTION DU PROJET AUX THÉMATIQUES D'AFORCE



## PARTENAIRES DU PROJET

## ARCHITECTURE DE L'ARBRE

L'étude de l'architecture repose sur l'analyse morphologique de la partie aérienne. Chaque espèce possède un nombre de catégories d'axes aux fonctions précises qui constituent l'Unité Architecturale (UA) de l'espèce (Fig. 1).

La cime de l'arbre jeune s'arrondit résultant, le plus souvent, d'une duplication de l'UA en branches maîtresses se dupliquant par la suite en branches de plus en plus petites selon une séquence génétiquement programmée.

La séquence architecturale résume les événements majeurs de la vie de la plante et l'organisation spatiale à chaque stade de développement.

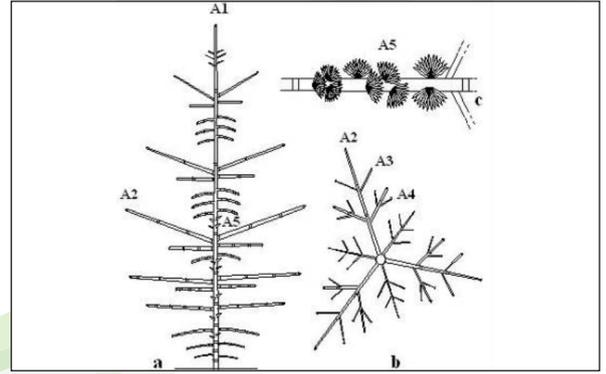


Figure 1 : Unité Architecturale pour *Cedrus atlantica* (A1 : Tige principale, A2 : Branches, A3 : Rameaux, A4 : Ramilles, A5 : Pousses annuelles).

### Diagnostic ontogénique

#### Identification du stade de développement d'un arbre

##### Stade jeune (Fig. 2.1) :

Conforme à l'UA. L'arbre présente une structure fortement hiérarchisée autour du tronc unique et les branches portent des rameaux et ramilles. Le contour du houppier est pyramidal et la pousse annuelle sur le tronc est longue.

##### Stade adulte (Fig. 2.2 et 3) :

La ramification s'enrichit par duplication directe des branches. Expression de la sexualité et début de formation du houppier. Stade identifiable par la présence de fourches maîtresses. Houppier régulier et compact qui s'arrondit en cime.

##### Stade mature (Fig. 2.3) :

Baisse des capacités de ramification et forte expression de la sexualité. La cime se constitue de fourches de plus en plus rapprochées. Les bords du houppier ont de très courtes pousses peu ramifiées. Homogénéisation des structures.

##### Stade sénéscent (Fig. 2.4 et 3) :

Mise en place d'unités minimales, mortalité des axes et duplications retardées ne compensant plus la mortalité. Le houppier se disloque et perd sa compacité.

Les outils sont des fiches pédagogiques avec des schémas légendés des quatre stades précédents.

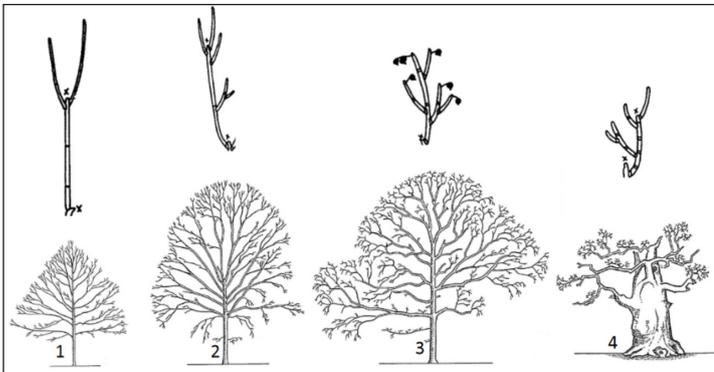


Figure 2 : Exemple d'une séquence de développement (cas du chêne pédonculé) avec détails des axes sommitaux.



Figure 3 : Exemple de l'architecture d'un chêne pédonculé adulte (à gauche) et d'un chêne pédonculé sénéscent (à droite).

Source : C. Drénou (IDF © CNPF)

### Marqueurs architecturaux

Les critères s'observent à plusieurs niveaux dans l'arbre : arbre entier, houppier hors concurrence, cime, tronc, branches basses, etc.

Les outils sont des check-lists (Fig. 4) de marqueurs architecturaux à cocher par essence.

#### Checklist des marqueurs architecturaux pour *Abies alba* adulte au niveau du houppier hors concurrence

- Contour de la cime : pyramidal, arrondi ou tabulaire
- Rameaux inter-verticillaires sur le tronc : oui / non
- Tassement brutal des branches le long du tronc : oui / non
- Fourches réitératives sur les branches : oui / non
- Zone végétative entre la cime portant les cônes femelles et la zone mâle : oui / non
- Rameaux épécormiques sur les branches : oui / non
- Rameaux épécormiques sur le tronc : oui / non
- Redressement de branches : oui / non
- Arrêt temporaire du fonctionnement du bourgeon apical édificateur : oui / non
- Durée de vie des feuilles sur le tronc, les branches et les rameaux
- Mortalité sur le tronc, les branches et/ou les rameaux : oui / non

Figure 4 : Exemple d'une diversité de marqueurs architecturaux au niveau du houppier hors concurrence pour *Abies alba*.

## MÉTHODE ARCHI

### Suppléants = gourmands, rejets, rameaux épicorniques

La méthode intègre les dynamiques de résilience, par l'examen des suppléants.

Elle sépare les branches (développement prévisible d'un arbre) des suppléants (réaction aux perturbations) venant remédier, compenser, ou remplacer les structures dégradées.

Un suppléant est reconnaissable à l'empatement qu'il forme à sa base (Fig. 5).

Trois types de suppléants présentant des morphologies et des fonctions différentes peuvent être dénombrés (Fig. 6).

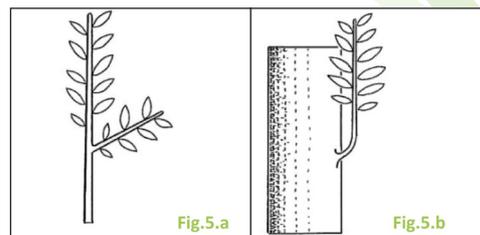


Figure 5 : Distinction entre branche (Fig. 5.a) et suppléant (Fig. 5.b).

Type de suppléant	Morphologie	Fonction
<b>Orthotrope (Fig. 6.a)</b>	Croissance verticale, symétrie radiale, disposition des feuilles spiralée	Réitérer l'architecture de jeunes arbres
<b>Plagiotope (Fig. 6.b)</b>	Croissance horizontale à oblique, symétrie bilatérale, disposition des feuilles sur un plan (distique)	Réitérer l'architecture des branches ou rameaux
<b>Agéotrope (Fig. 6.c)</b>	Aucune direction de croissance privilégiée ni de symétrie, croissance réduite, durée de vie limitée	Assurer la survie de l'axe porteur

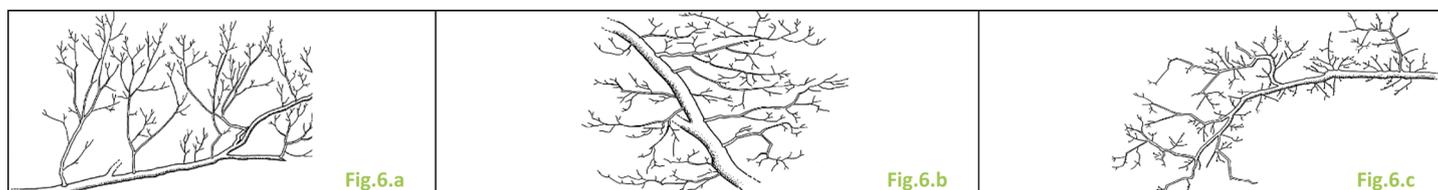


Figure 6 : Exemple graphique de suppléants : orthotrope (Fig. 6.a), plagiotope (Fig. 6.b) et agéotrope (Fig. 6.c).

### Méthode et typologie ARCHI

À partir de l'observation des symptômes, une typologie ARCHI de l'état des arbres peut être réalisée (Fig. 7).

#### Typologie :

- Sain (Type Sa)
- Stressé (Type S1, S2)
- Résilient (Types R1, R2)
- En descente de cime (Type D)
- En dépérissement irréversible (Types I1, I2)
- Mort (Type M)

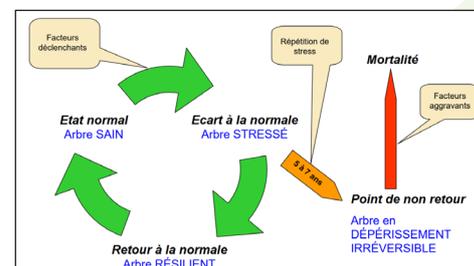


Figure 7 : Schématisation de la méthode ARCHI et des typologies associées.

### Exemple de clé de détermination

Afin de faciliter les démarches de diagnostic sur le terrain, des clés de détermination par essence ou groupe d'essences des types architecturaux ont été développées.

Les outils reprennent l'ensemble des observations nécessaires sous forme de questions à réponse binaires.

Les clés ARCHI sont disponibles sur le site internet du Centre national de la propriété forestière.

## LES PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS

La méthode ARCHI se base sur l'observation de l'architecture des arbres aux différents stades ontogéniques grâce à des symptômes de dégradation (marqueurs architecturaux) et des dynamiques de résilience (suppléants) observées sur l'arbre entier.

Elle traduit l'aspect non-linéaire des dynamiques de réaction des arbres face au stress.

Cette méthode fournit un diagnostic à court terme sur la réversibilité ou non d'un dépérissement (avenir des arbres). Elle hiérarchise la série d'observations à réaliser par le biais de clés de détermination, en prenant en compte les spécificités botaniques de chaque essence.

## PUBLIC CIBLE ET FINALITÉ DU PROJET

Difficulté d'appropriation :  FAIBLE  MOYENNE  FORTE Absence de cette finalité pour ce public :

FINALITÉ PUBLIC CIBLE	Gestion Outils et recommandations	Recherche et développement Outils et création de contenu	Pédagogie Acquisition des connaissances
Propriétaires forestiers	●	○	●
Personnel forestier technique	●	○	●
Acteurs de la recherche et du développement	○	○	●
Étudiants de l'enseignement supérieur	●	○	●
Étudiants de l'enseignement technique	●	○	●

Cet outil est **principalement à destination des différents acteurs techniques** (gestionnaires, techniciens, arboriculteurs...) et présente de plus **une portée pédagogique évidente pour les enseignants**.

Les applications de la méthode ARCHI peuvent s'envisager dans des domaines aussi variés que la biologie, la sylviculture, l'autécologie ou la génétique.

## CASTING

Le coordinateur du projet est Mme Sylvie Annabelle Sabatier (CIRAD-AMAP). Ce projet a été mené avec la participation de M. Yves Caraglio (CIRAD-AMAP), de M. Christophe Drénou (CNPFF-IDF), de M. Michael Guérout et M. François Pailler (INRA-AMAP) ainsi que de M. Nicolas Mariotte et M. Hendrik Davi (INRA-URFM).

## POUR OBTENIR PLUS D'INFORMATIONS

Plus d'informations sur le [site du CNPFF](#), sur la [page projet ARCHI](#) ainsi que sur la page [outils sylvoclimatiques](#) du RMT AFORCE.

L'appropriation de la méthode ARCHI nécessite une formation d'environ 2 jours sur le terrain pour chaque essence ou groupe d'essences proches : Chênes, Pins, etc.

[Retrouvez plus d'informations sur les formations ARCHI.](#)

Les clés sont traduites en espagnol et font l'objet d'une application pour téléphones et tablettes Android (diffusion de l'application en cours d'étude).

## FINANCEURS DU PROJET