

La méthode de diagnostic ARCHI

Application aux chênes pédonculés dépérissants

Christophe Drénou, Marine Bouvier, Jean Lemaire, CNPF-IDF

Comment repérer les chênes d'un peuplement mieux à même de réagir à un stress ?

Comment distinguer précocement le caractère réversible ou irréversible d'un dépérissement ?

Un outil de diagnostic visuel, la méthode ARCHI, est désormais disponible.

Cet article présente des travaux réalisés dans le cadre du projet intitulé « Les chênaies atlantiques face aux changements climatiques : comprendre et agir » (Lemaire *et al.*, 2010). Ils ont fait l'objet d'un mémoire d'ingénieur de fin d'études (ENITA Bordeaux – Bouvier, 2010). La méthode de diagnostic proposée permet d'apprécier la dynamique de réaction des chênes pédonculés après un stress, et de prendre objectivement une décision quand il s'agit d'intervenir en forêt, notamment pour désigner les tiges d'avenir et marquer une éclaircie.

Principe de la méthode ARCHI

Le nom de cette méthode a pour origine le mot : architecture. Qu'est ce que l'architecture des plantes ? L'étude de l'architecture d'un organisme végétal repose sur une analyse morphologique de toute la partie aérienne. Son principe consiste à décrire *in situ* l'ensemble des principales formes structurales que suit la plante au cours de son développement, afin d'en déduire par comparaison la dynamique de croissance les reliant au cours du temps. Cette méthode est très utilisée pour les arbres en raison de la lenteur de leur édification. L'étude de nombreux individus par-

venus à des âges différents, dans des environnements variés, permet de préciser la séquence de développement optimale d'une espèce donnée et de comprendre comment cette séquence est modulée par les contraintes du milieu.

L'approche architecturale des arbres a démontré que la plupart des feuillus se développe selon une stratégie dite de « réitération séquentielle ». Selon une séquence prévisible, ils dupliquent l'architecture mise en place au cours de leur phase de jeunesse et se composent alors de deux parties : un tronc correspondant à la jeune tige après grossissement et chute des branches, et un houppier constitué de grosses branches maîtresses réitérant le tronc. Chaque branche maîtresse réitère à son tour plusieurs fois de suite pour donner des branches de plus en plus nombreuses et de plus en plus petites jusqu'aux branches sommitales de la cime. Au cours de cet enchaînement génétiquement programmé, toute perturbation imprévue (sécheresse, bris de branches, attaques parasitaires, éclaircies brutales...) provoque l'apparition de nouvelles structures en des points inhabituels : rameaux disséminés le long du tronc, branches en bouquets à proximité des blessures, rejets au collet, etc. Ce sont des gourmands. Ils ont un rôle capital en termes d'adaptation physiologique des arbres

aux stress. D'ailleurs, les essences incapables de produire des gourmands, comme les pins par exemple, ont un réel handicap lorsqu'il s'agit de remplacer des branches cassées ou dépérissantes. Jusqu'à présent, les méthodes de diagnostic visuel des arbres ont ignoré la présence des gourmands, considéré leur observation comme facultative, ou même interprété leurs rôles à contre sens. Certes, un arbre qui se couvre de gourmands donne une impression de grande confusion morphologique, mais l'analyse architecturale montre qu'il a la possibilité de s'orienter vers différents voies de développement, chaque option étant fonction de plusieurs facteurs : l'essence, l'état physiologique initial de l'arbre, la nature du stress, etc. On distingue ainsi cinq types architecturaux :

- L'arbre **sain**, avant le stress
type ARCHI sain
- L'arbre en état de **Stress**
type ARCHI S
- L'arbre **Résilient** surmontant un stress pour redevenir à terme sain
type ARCHI R
- L'arbre exprimant une **Descente de cime**, c'est-à-dire formant un deuxième houppier sous la cime
type ARCHI D
- L'arbre bloqué en situation de dépérissement Irréversible
type ARCHI I

Principe de la méthode ARCHI

Lorsqu'un arbre sain subit un stress (flèche n°1), il exprime des symptômes au niveau de différents organes (feuilles, racines, écorce...), mais aussi à l'échelle de son architecture globale. Il ne faut pas confondre les symptômes liés au dépérissement (appauvrissement de la ramification, mortalité...) et ceux résultant des mécanismes de défense de l'arbre (recouvrement des plaies, apparition de gourmands). Les premiers reflètent des dégradations physiologiques, les seconds révèlent des mécanismes de réparation. Selon la nature du stress et l'état sanitaire initial de l'arbre, celui-ci peut s'orienter vers différentes voies.

Les voies de la résilience, c'est-à-dire les retours à l'état sain après une phase de rétablissement physiologique et morphologique. Cette résilience peut conduire à la restauration du houppier à l'identique (flèches n° 2 et 3), mais aussi, notamment en milieu forestier peu dense et en milieu ouvert, à la mise en place d'un deuxième houppier et à la disparition progressive des branches sommitales (phénomène de descente de cime, flèches n° 4 et 5). Evidemment, l'arbre résilient et le sujet en descente de cime ne sont pas à l'abri d'un deuxième stress (flèches n° 8 et 9).

Les voies sans issues, soit parce que l'arbre se trouve bloqué dans une situation de croissance ralentie et irréversible, soit parce que l'affaiblissement général, précipite l'organisme vers une mort inéluctable (flèches n°6 et 7).

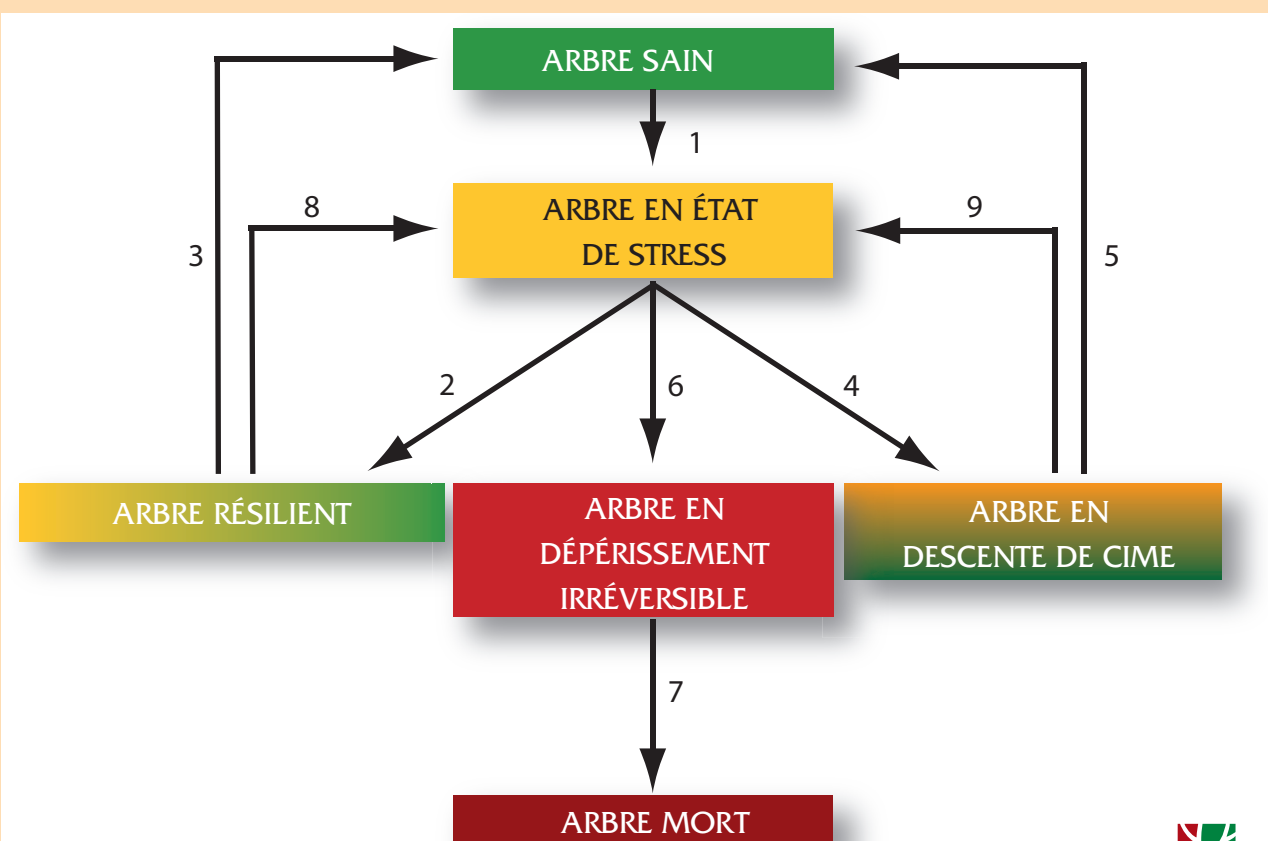


Figure 1 : Les dynamiques de réaction d'un arbre après un dépérissement selon la méthode ARCHI.



Cette typologie a été appliquée à de nombreuses espèces d'arbres d'ornement (Drénou, 2009) et au châtaignier (Pavie *et al.*, 2008). Dans le cas du

chêne pédonculé, l'observateur désirent reconnaître ces 5 types ARCHI doit suivre trois étapes.

Terminologie

À l'origine, « gourmand » est un terme d'arboriculture fruitière servant à désigner une pousse infertile dont le développement « épuise » les branches à fruits. Ce terme a donc, dès le départ une connotation négative. Même appréciation de la part des forestiers puisque la grande majorité des défauts du bois dépréciant la qualité des grumes sont attribués aux gourmands.

« Rejet » est synonyme de « gourmand ». Il désigne tout nouveau « jet » (terme ancien signifiant « pousse ») dont le développement est provoqué par un recépage, un éêtage, une taille ou un élagage. En architecture végétale, on préfère utiliser les termes de « réitération retardée ou différée » et insister ainsi sur les processus de duplication.

Certains auteurs mettent l'accent sur la nature épïcormique (du grec « épi » : sur et de « kormos » : tronc) des bourgeons à l'origine des gourmands et proposent de regrouper ces derniers sous l'appellation « épïcormiques » (Lemaire, 2010). D'autres s'intéressent aux dimensions des gourmands et distinguent les « poils » (moins de 5 cm de long), les « gourmands » (5 à 10 cm de long) et les « branches gourmandes » (au-delà de 50 cm) (Colin *et al.* ; 2010).

En réaction au risque d'interprétations à contre sens engendré par le mot « gourmand », le terme « suppléant » s'ajoute à la liste précédente (Drénou, 2009). Suppléer signifie : remédier à un défaut, une insuffisance ou un manque, en remplaçant, en compensant.

Cette prolifération de termes, souvent gênante, est le reflet de la lente évolution des connaissances. Dans cet article, nous avons choisi de garder le terme le plus ancien et le plus utilisé par les forestiers, à savoir : « gourmand ».



Figure 2 : distinction morphologique entre une branche de chêne (à gauche) et un gourmand (à droite).

Étape 1 : distinguer les branches des gourmands et évaluer leur niveau de ramification

Une branche est une structure ramifiée apparaissant chaque année à partir des bourgeons formés au cours de la saison de végétation précédente. Le moment et le lieu d'apparition des branches sont prévisibles. Un gourmand est une pousse qui apparaît sur le tronc ou une branche à partir d'un bourgeon resté en latence pendant plus d'un an. Le moment d'apparition d'un gourmand est imprévisible. On sait que chez le chêne, les bourgeons latents à l'origine des gourmands sont tous d'origine proventive (c'est-à-dire initialement différenciés à l'aisselle d'une feuille) et peuvent persister à la surface de l'écorce pendant au moins 40 ans (Fontaine *et al.*, 2002). Plusieurs caractères morphologiques permettent de distinguer un gourmand d'une branche. Du fait de leur apparition tardive et de leur localisation en retrait des branches sommitales, les gourmands conservent pendant longtemps (15 ans environ) une écorce d'aspect plus jeune que celle de leur structure porteuse. L'écorce d'une branche s'inscrit au contraire dans la continuité de l'axe

qui lui a donné naissance. À l'aisselle d'une branche, on discerne une ride d'écorce plissée, et sous la branche se différencie une faible déformation appelée « col » de la branche. Les gourmands, eux, sont reconnaissables par l'empatement caractéristique qu'ils forment à leur base et qui révèle une insertion superficielle et fragile. Lorsque les gourmands sont insérés au niveau d'un chicot (extrémité d'une branche cassée), ils forment un coude avec la branche porteuse. (figure 2) Tant à l'échelle d'une branche qu'à celle d'un gourmand, le processus de ramification est identique. Un axe qui se ramifie donne naissance à des axes latéraux différents de lui : l'axe principal développe des axes secondaires, les axes secondaires produisent des rameaux longs qui eux-mêmes font apparaître des rameaux courts, et ainsi de suite. Cet enchaînement ne se prolonge pas indéfiniment et ne dépasse pas quatre niveaux de ramification chez le chêne pédonculé. La ramification est dite « normale » lorsque ces quatre niveaux sont présents et que l'axe principal présente une forte dominance. Elle est au contraire qualifiée « d'appauvrie » si l'axe principal porte directement des rameaux longs ou courts (absence de rameaux secondaires intermédiaires).

Étape 2 : différencier les gourmands orthotropes, plagiotropes et agéotropes

La direction de croissance des gourmands permet de distinguer trois types de gourmands.

Les gourmands orthotropes (du grec « orthos » : droit, « tropos » : direction) ont une direction de croissance verticale et reproduisent l'architecture de jeunes chênes. Il y a à leur niveau réapparition de caractères juvéniles : polycyclisme (plusieurs pousses au cours

de la même saison), absence de floraison, forte croissance en longueur et en épaisseur, feuilles larges...

Les gourmands plagiotropes (du grec « plagios » : oblique) ont une direction de croissance horizontale à oblique et

Une méthode précise

40 peuplements de chênes ont été étudiés dans les forêts privées des régions Pays de la Loire, Poitou-Charentes et Centre. 371 chênes pédonculés ont été notés à deux reprises par des observateurs différents : en 2009, en feuille, à l'aide du protocole DEPEFEU du Département santé des forêts (Gauquelin, 2010); et en 2010, hors-feuille, selon la méthode ARCHI. Les chênes considérés très peu dépérissants selon le protocole DEPEFEU (classe 1) sont également bien notés avec la méthode ARCHI (25 % des classes 1 sont du type ARCHI sain et 45% du type R). Au sein de la classe DEPEFEU 3 qualifiée de très dépérissante par le Département santé des forêts, la méthode ARCHI distingue des arbres de deux types (I et D). Entre les classes 1 et 3, l'hétérogénéité architecturale est forte. En effet, un chêne classé moyennement dépérissant avec le diagnostic DEPEFEU (classe 2) a, avec la méthode ARCHI, autant de chance d'être jugé comme un arbre d'avenir (50 % des classes 2 sont des types ARCHI sain et R) que de risque de ne pas être sélectionné comme tel (l'autre moitié des classes 2 se compose de 4 % de type ARCHI D, de 21 % de type ARCHI I et de 25% de type ARCHI S). Ce résultat apporte une explication au manque de corrélation constaté entre le diagnostic visuel DEPEFEU et la largeur des cernes des classes 2 (Fanget, 1998 ; Bréda, 1998 et Vincke, 2003).

Une méthode validée

48 chênes pédonculés du type ARCHI R (Résilient) et 42 du type ARCHI I (dépérissement Irréversible) ont fait l'objet d'un carottage pour une analyse dendrochronologique des cernes. Ces arbres ont été choisis selon la méthode des couples : parmi les 40 peuplements, ceux comprenant au moins un chêne pédonculé de type ARCHI R et un autre de type ARCHI I ont été sélectionnés, ce qui a permis de disposer de 18 couples et de minimiser ainsi les effets des conditions stationnelles (fertilité, sylviculture...) sur la croissance radiale. Tous les chênes carottés appartenaient à la strate dominante et à la même classe d'âges (80 à 100 ans). La lecture et l'interdatation de plus de 3 600 cernes se sont faites en collaboration avec l'Inra de Toulouse (laboratoire Dynafor). Les traitements statistiques des largeurs des cernes sur la base des 18 répétitions (couples) ont été effectués par des analyses de variance à un facteur (ANOVA) au seuil de 5 %.

L'analyse des cernes entre 1970 et 2009 a mis en évidence huit années critiques à tendance de croissance négative (1974, 1976, 1981, 1989, 1990, 1996, 2004, et 2009). À l'exception de 1981, toutes correspondent à de fortes sécheresses (différence entre les précipitations et l'évapotranspiration potentielle durant la période de végétation -avril à octobre inclus- inférieure ou égale à -325 mm). À chaque année critique, la largeur des cernes diminue fortement quel que soit le type architectural de l'arbre. Par contre, entre deux années critiques, des différences très significatives apparaissent à partir de 1996 entre les arbres de type R et ceux de type I. Les premiers parviennent à récupérer une largeur moyenne de cerne de 2 mm, tandis que les seconds accumulent un retard de croissance radiale et ne parviennent plus à dépasser 0,9 mm de largeur moyenne, soit un accroissement de 0,7 cm en circonférence annuelle.

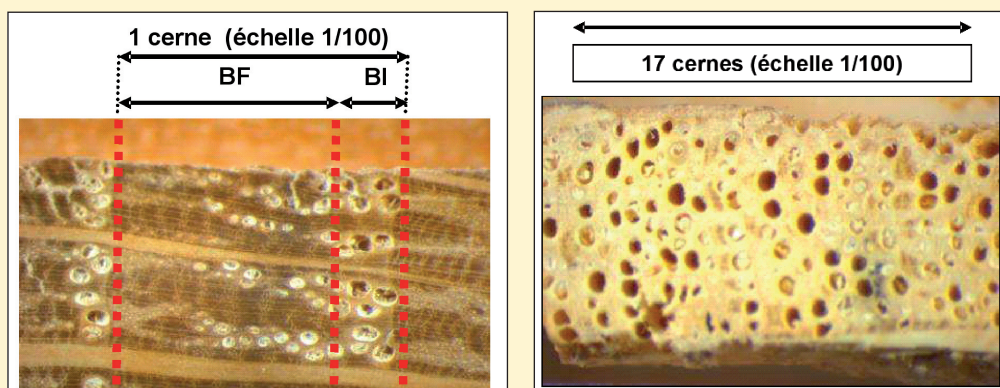


Figure 9 : à gauche, cernes d'un chêne de type ARCHI R (Résilient) et à droite, cernes d'un chêne de type ARCHI I (dépérissement Irréversible). Les deux photographies sont à la même échelle.

reproduisent l'architecture de jeunes branches. On y retrouve également des caractères juvéniles, notamment un feuillage souvent marcescent (les feuilles se dessèchent en automne, mais ne tombent pas en hiver).

Les gourmands agéotropes (du grec « a » : sans, « géo » : terre) sont sans direction de croissance privilégiée et peuvent même pousser « la tête en bas ». Ils présentent des caractères morphologiques de vieillesse : axes grêles, à ramification appauvrie, sans polycyclisme et à floraison précoce possible (dès la troisième année). Contrairement aux gourmands orthotropes et plagiotropes dont la durée de vie est illimitée, les gourmands agéotropes dépassent rarement cinq années d'existence. Ils meurent et se renouvellent aux mêmes points d'insertion, ce qui finit par engendrer des bouquets de pousses agéotropes caractéristiques.

Au sein d'une population de gourmands d'un même arbre, le niveau de hiérarchie est variable. Il peut être élevé lorsque certains gourmands deviennent dominants, que d'autres restent dominés et que le tout forme un ensemble structuré. Il est au contraire faible, voire inexistant, si les gourmands sont tous identiques et gardent un même niveau social.

Les différences morphologiques constatées entre les trois types de gourmands agissent directement sur les dynamiques de développement possibles d'un chêne après un stress. Les gourmands orthotropes sont les seuls à posséder la capacité de remplacer des branches mortes ou dépérissantes au sommet d'un houppier. Le processus est alors comparable aux réactions des arbres après une taille. Les gourmands plagiotropes, lorsqu'ils

sont majoritaires, traduisent un mouvement de repli pouvant conduire jusqu'à l'édification d'un nouvel houppier sous les branches sommitales d'origine (processus de descente de cime). Enfin, la situation de dépérissement apparaît bloquée si les gourmands formés sont essentiellement de type agéotrope.

Étape 3 : utiliser la clef de détermination des types ARCHI

La combinaison de cinq descripteurs architecturaux, deux se rapportant aux branches sommitales (mortalité, ramification) et trois relatifs aux gourmands (direction de croissance, ramification et niveau de hiérarchie) a permis de construire une clef de détermination hivernale des différents types ARCHI. Cette clef a été testée et améliorée au cours de plusieurs sessions de formations organisées à l'intention des professionnels de la forêt. (page 9)

En raison des difficultés d'observation, même avec des jumelles, très peu de caractères quantitatifs sont pris en compte. Le diamètre des branches et des chicots (extrémités de branches

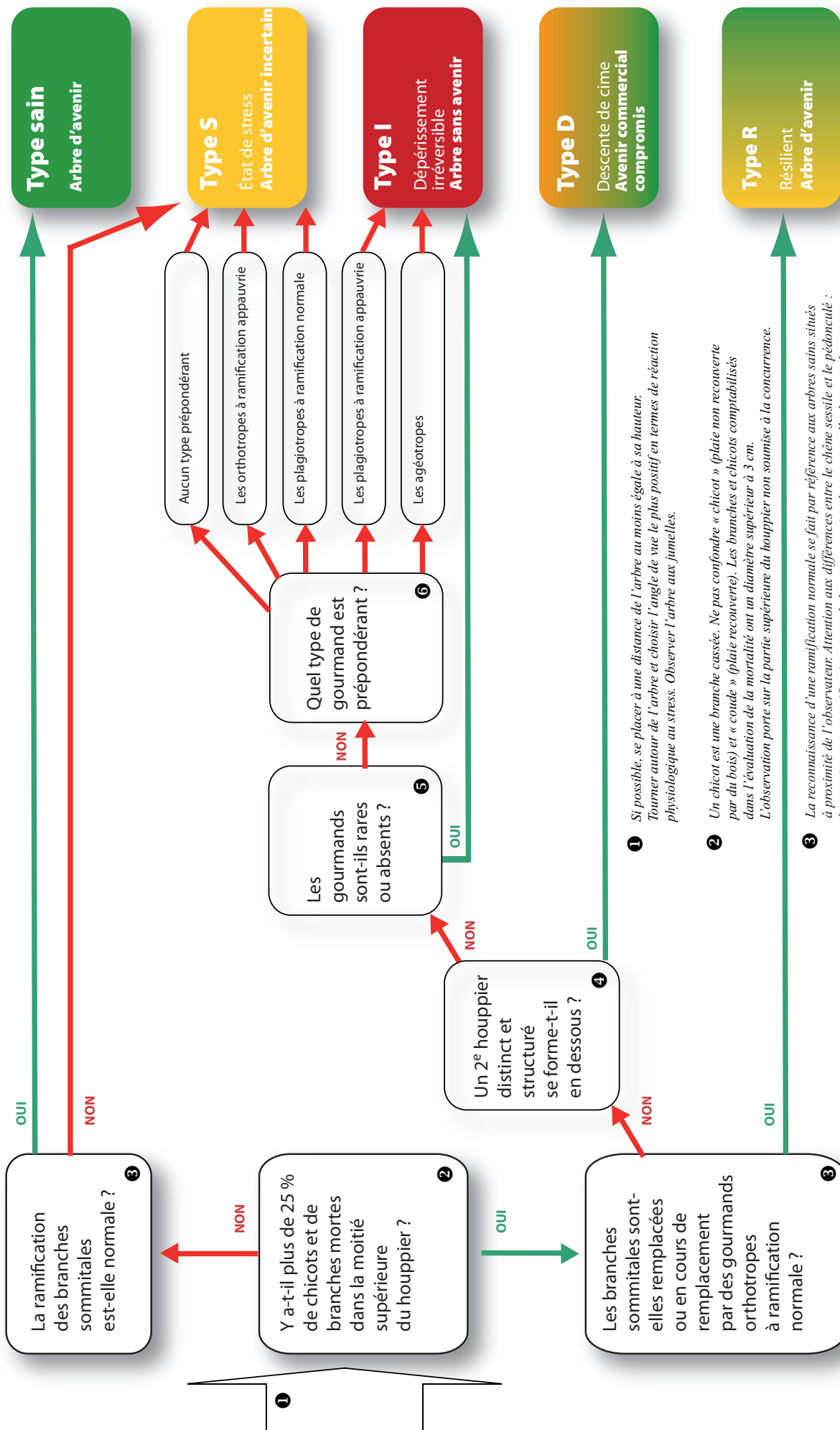
cassées) est utilisé comme seuil arbitraire de mortalité (ne sont retenus que les axes de diamètre supérieur à 3 cm).

L'estimation du type de gourmand prépondérant (orthotrope, plagiotrope ou agéotrope) se fait en pourcentage de l'espace occupé par la totalité des gourmands (prépondérance si plus de 50 %).

La clef oriente l'observateur vers cinq sorties, une par type ARCHI (pages 10 à 14).

Précisons que la clef de détermination des types ARCHI ne permet pas d'identifier les causes d'un dépérissement, ni même d'expliquer les différences de comportement (résilience ou mortalité) des arbres d'un même peuplement. Elle permet uniquement de prédire le potentiel de réaction des chênes dépérissants. Son utilisation nécessite une formation préalable sur le terrain. Le temps de diagnostic par arbre est d'environ trois minutes.

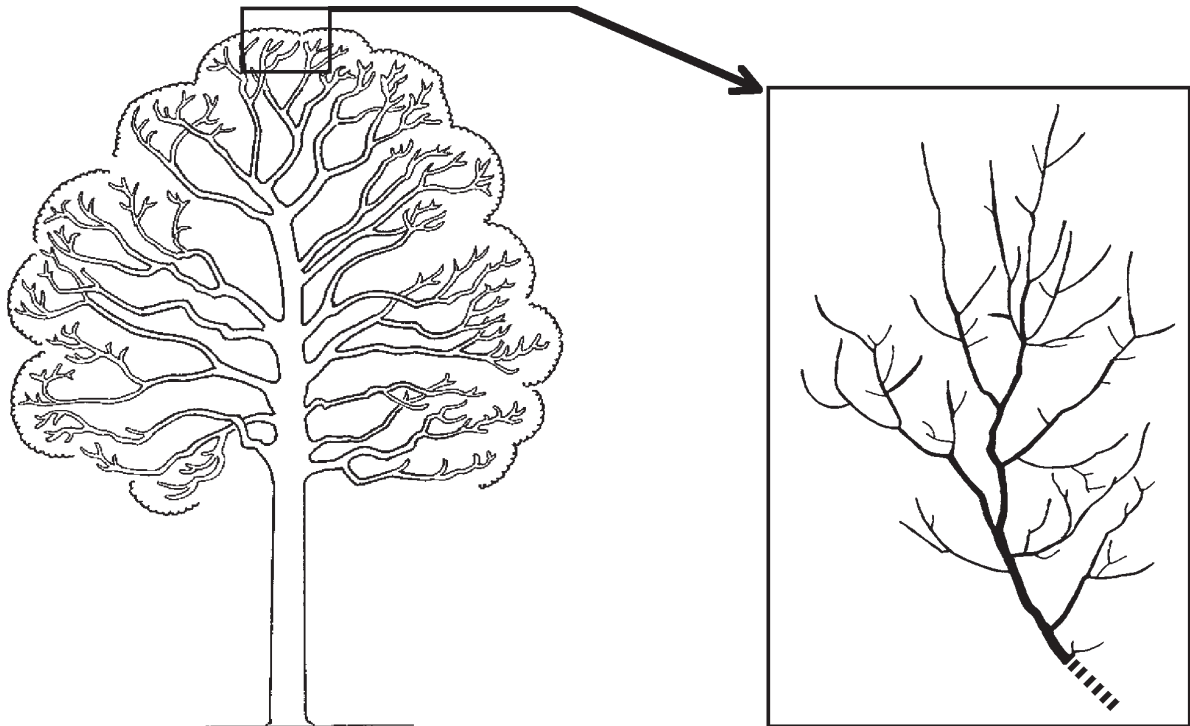
...suite page 15



Cle de détermination hivernale des types ARCHI chez les chênes pédonculés

Type ARCHI Sain

Type ARCHI Sain : morphologie de l'arbre entier et détail d'une branche sommitale à ramification normale



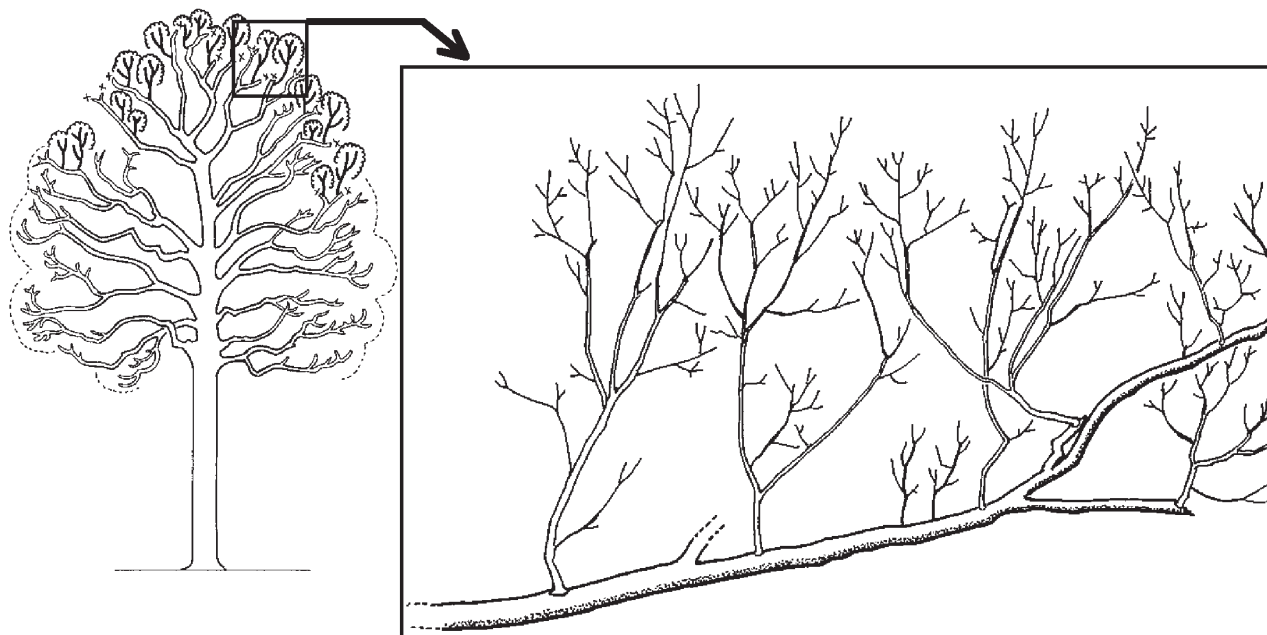
Le **type ARCHI sain** : pas de mortalité en cime et ramification normale des branches sommitales. Le chêne sain n'a subi aucun stress récent suffisamment important pour entraîner une modification de son architecture. Il sert de référence pour l'analyse des autres types ARCHI. Dans certaines régions, les sujets sains sont rares en raison de conditions climatiques et sylvicoles défavorables au chêne pédonculé.

Remarque : le type ARCHI sain n'est jamais complètement dépourvu de gourmands, surtout chez le chêne pédonculé. Ils jouent un rôle important lors des périodes de canicules, car étant à l'ombre, ils continuent à photosynthétiser tandis qu'au soleil l'activité foliaire est arrêtée.



Type ARCHI R : résilient

Type ARCHI R (résilient) : morphologie de l'arbre entier (les gourmands sont représentés en trait gras) et détail d'une branche portant des gourmands orthotropes



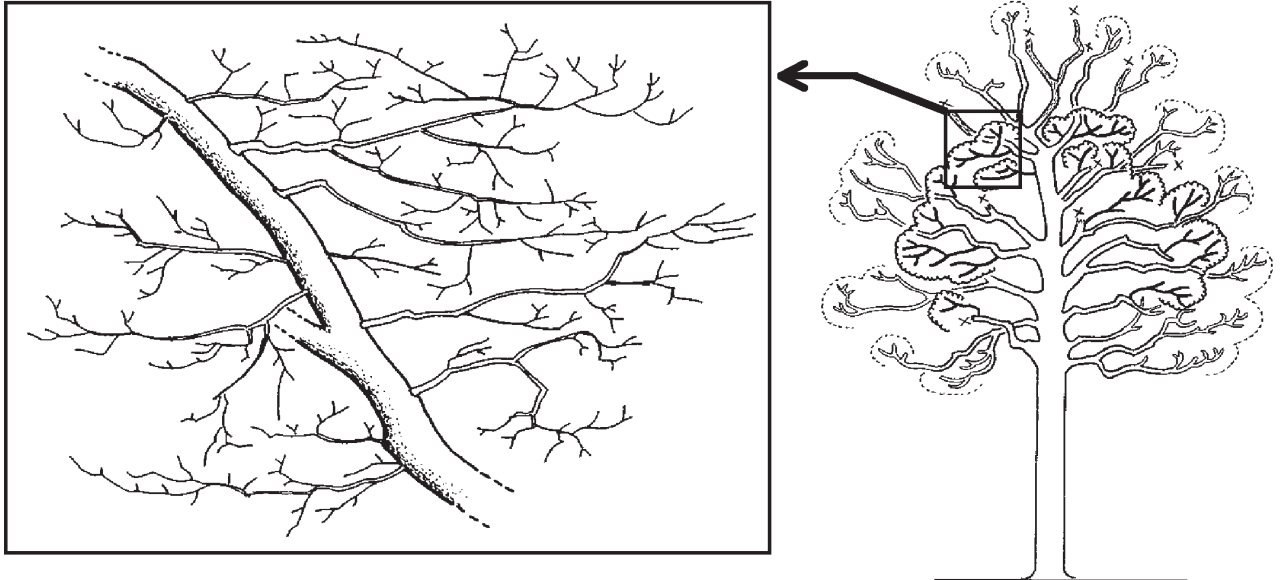
Le **type ARCHI R** (Résilient) : les branches mortes et à ramification appauvrie de la cime sont remplacées ou en cours de remplacement par des gourmands orthotropes à ramification normale et généralement hiérarchisés entre eux. En l'absence de stress supplémentaire, le type R redeviendra de type sain. Au niveau de la largeur des cernes formés, après une période de décroissance, la progression radiale se rétablit. Un chêne résilient est potentiellement un arbre d'avenir, à condition que la grume soit de qualité et que la station soit apte à produire du bois d'œuvre.



dessins, photos : Ch. Drénou, CNPF-IDF

Type ARCHI D : descente de cime

Type ARCHI D (Descente de cime) : morphologie de l'arbre entier (les gourmands sont représentés en trait gras) et détail d'une branche interne portant des gourmands plagiotropes

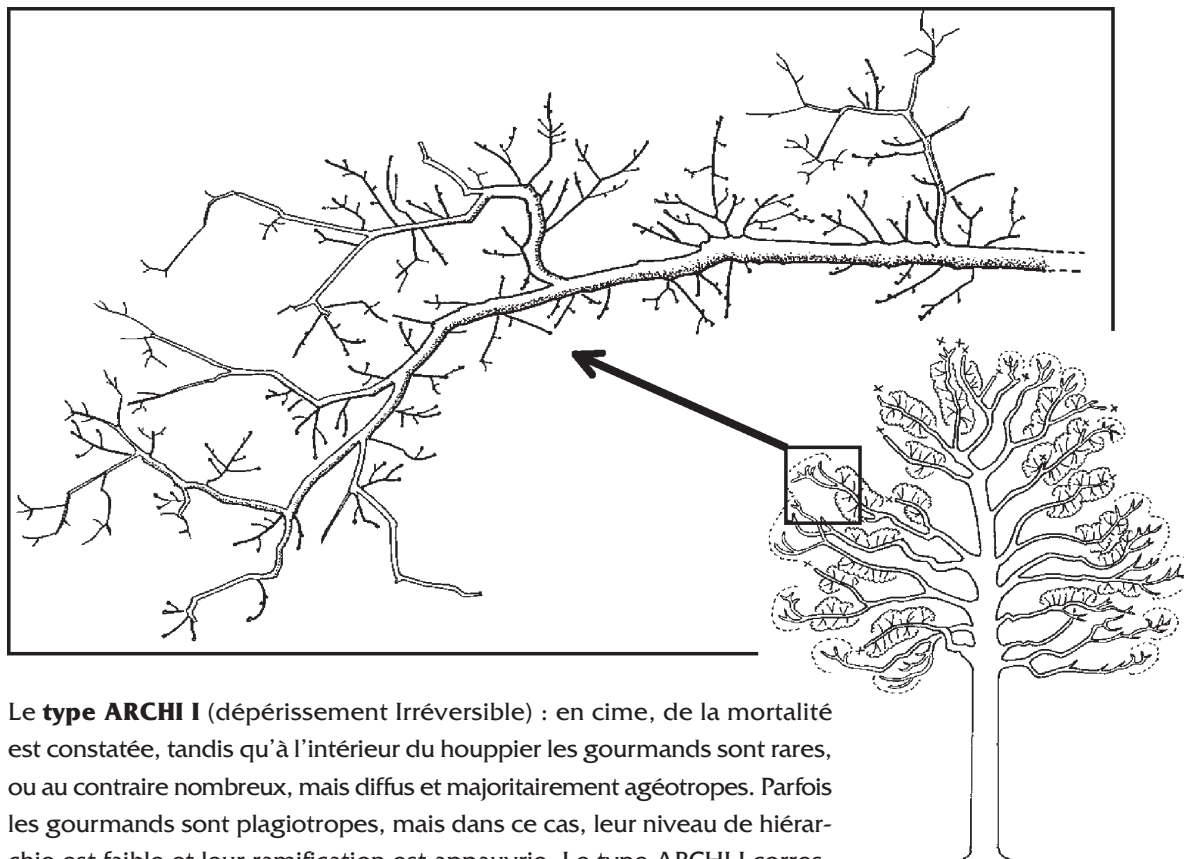


Le **type ARCHI D** (Descente de cime) : le chêne présente des branches mortes en tête, mais un deuxième houppier distinct et structuré se forme en dessous. Celui-ci est généralement constitué de nombreux gourmands plagiotropes à ramification normale et à fort niveau de hiérarchie entre eux. Le type ARCHI D se rencontre surtout en peuplement peu dense et en milieu ouvert. La chute des branches sommitales ramène ultérieurement l'arbre vers le type sain, mais avec une hauteur moindre et parfois un avenir commercial compromis en raison des gourmands éventuellement insérés sur le tronc.



Type ARCHI I : dépérissement Irréversible

Type ARCHI I (dépérissement Irréversible) : morphologie de l'arbre entier et détail d'une branche portant des gourmands agéotropes

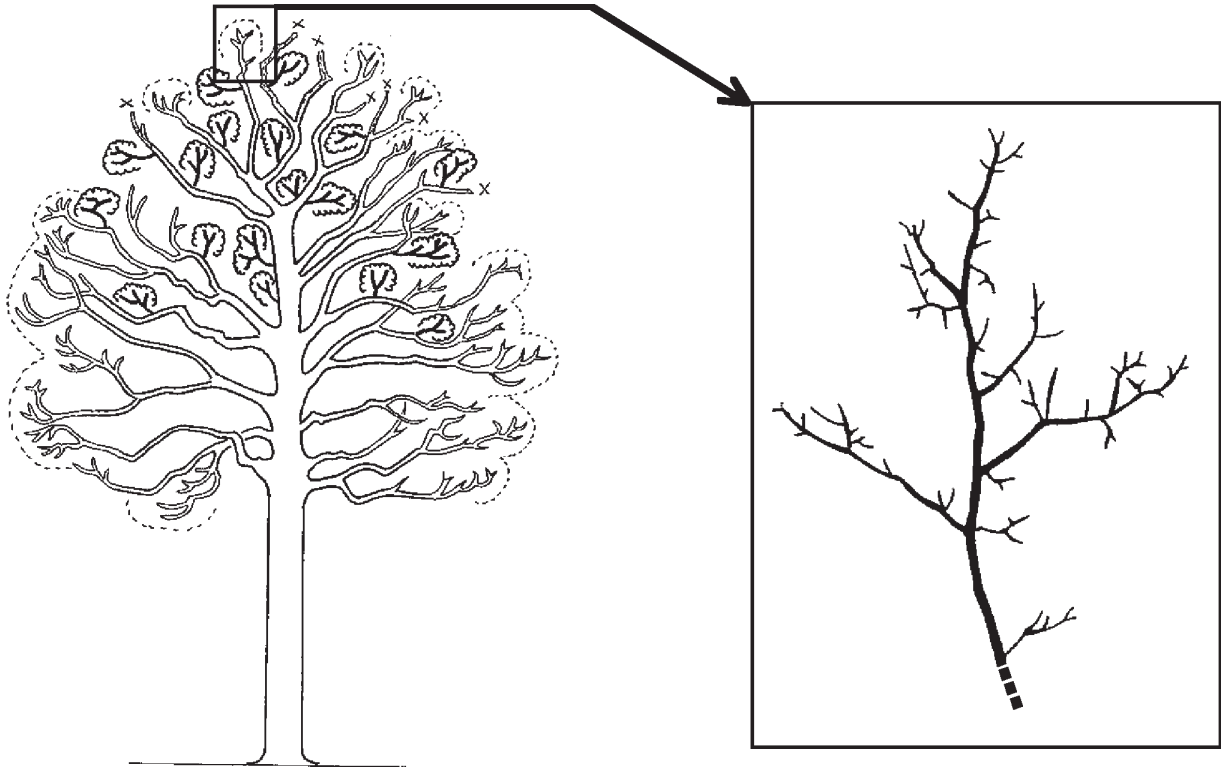


Le **type ARCHI I** (dépérissement Irréversible) : en cime, de la mortalité est constatée, tandis qu'à l'intérieur du houppier les gourmands sont rares, ou au contraire nombreux, mais diffus et majoritairement agéotropes. Parfois les gourmands sont plagiotropes, mais dans ce cas, leur niveau de hiérarchie est faible et leur ramification est appauvrie. Le type ARCHI I correspond à une situation bloquée car les gourmands se trouvent dans l'incapacité de remplacer les structures dépérissantes. Diminution de la masse foliaire, rétrécissement de la largeur des cernes, réduction des réserves carbonées, la situation est irréversible, même si l'arbre peut parfois se maintenir plusieurs années dans cet état de vie ralentie avant de finir par mourir. Un chêne de type ARCHI I ne peut être sélectionné comme arbre d'avenir.



Type S : état de Stress

Type ARCHI S (état de Stress) : morphologie de l'arbre entier et détail d'une branche sommitale à ramification appauvrie. Les gourmands sont représentés en trait gras. Noter leur faible niveau de hiérarchie



Type **ARCHI S** (état de Stress) : le houp-pier présente des symptômes de dépérissement au sommet (mortalité et/ou ramification appauvrie) ainsi que des gourmands en retrait sans aucune hiérarchie, mais il n'est pas possible de se prononcer sur l'avenir de l'arbre. Soit le stress est trop récent, soit les cinq descripteurs architecturaux utilisés sont insuffisants pour réaliser un pronostic. Parfois le stress fait suite à un premier stress que le chêne a surmonté et se répercute en conséquence sur des gourmands déjà en place. Dans tous les cas, il est nécessaire de suivre au cours du temps l'évolution des arbres de type ARCHI S avant d'établir un pronostic.



Conclusion

L'intérêt de la méthode ARCHI est triple. La lecture des arbres se pratique en hiver, période d'observation idéale pour ne pas être gêné par le feuillage du sous-étage forestier. En permettant de prédire le caractère réversible ou irréversible d'un dépérissement, l'observation des gourmands transforme le diagnostic statique en pronostic dynamique. Enfin, l'analyse des cernes démontre que les descripteurs architecturaux utilisés pour le chêne pédonculé sont de bons indicateurs de l'état physiologique des arbres.

Les résultats obtenus confirment le rôle fondamental des gourmands dans la survie des chênes dépérissants. Certains ont une véritable fonction

« d'assurance vie » (gourmands orthotropes et plagiotropes), tandis que d'autres peuvent être assimilés à des « pousses d'agonie » (gourmands agéotropes). Ce travail mérite d'être poursuivi selon deux directions :

- étendre à d'autres essences proches (chênes sessiles et pubescent) ou lointaines (résineux) ce type d'analyse architecturale.

- intégrer à la méthode ARCHI des données climatiques et pédologiques afin de proposer aux forestiers un outil qui leur permettra de choisir préventivement les individus à supprimer par éclaircie, plutôt que de subir une sélection par les événements climatiques extrêmes et les dépérissements qui en résultent. Tel est l'enjeu de la suite du projet « Les chênaies atlantiques face aux changements climatiques ».

Remerciements

Le projet « Les chênaies atlantiques face aux changements climatiques » bénéficie de financements de l'État ainsi que des régions : Normandie, Bretagne, Pays de la Loire, Île-de-France Centre, Poitou-Charentes, Aquitaine et Midi-Pyrénées. Nous tenons à remercier : Bruno Jacquet (CRPF Centre) ; Yves Lacouture (CETEF Charente) ; Arnaud Guyon, Marc Mounier et Jean-Marc Demené (CRPF Poitou-Charentes) ; Maël Soleau; Christian Weben (CRPF Pays de la Loire) ; Grégory Sajdak (IDF Toulouse) ; Laurent Burnel, Alain Cabanettes et Jérôme Willm (INRA Toulouse).

Résumé

Se basant sur l'analyse architecturale de plus de 350 chênes pédonculés, cette étude identifie cinq architectures, dites « types ARCHI », reflétant les dynamiques de réaction des arbres après un stress. Leur identification sur le terrain s'appuie essentiellement sur la reconnaissance de trois catégories de gourmands (orthotropes, plagiotropes et agéotropes), ainsi que sur l'utilisation d'une clef de détermination hivernale. Cette méthode visuelle permet de distinguer le caractère réversible ou irréversible d'un dépérissement, et la valeur de ce diagnostic a été vérifiée par analyse dendrochronologique.

Mots-clés : chêne pédonculé, dépérissement, résilience, architecture, dendrochronologie.

Bibliographie

- **Bouvier M., 2010** - *Mise en place d'un protocole de pronostic visuel de la capacité de réaction au dépérissement du chêne pédonculé*. Mémoire de fin d'études, ENITA Bordeaux, 90 p.
- **Bréda N., 1998** - *Analyses rétrospective de la croissance radiale des chênes de la forêt domaniale de la Hart (haut Rhin)*. Rapport scientifique ONF/INRA, 47 p.
- **Colin F., Fontaine F., Verger S., François D. - 2010**. *Gourmands et autres épïcormiques du chêne sessile. Mise en place sur les troncs, dynamique et contrôle sylvicole*. Rendez-vous techniques de l'ONF, hors-série n° 5. « Sylviculture des chênaies dans les forêts publiques françaises ». pp. 45-55.
- **Drénou C., 2009** - *Face aux arbres, apprendre à les observer pour les comprendre*. Ulmer, Paris, 156 p.
- **Fanget G., 1998** - *Etude méthodologique d'appréciation détaillée des symptômes de dommages forestiers sur des placettes de suivi des écosystèmes forestiers et sur quelques massifs dépérissants, pour trois essences feuillues (le chêne sessile, le chêne pédonculé et le hêtre)*. Mémoire de fin d'étude de la FIF-ENGREF. 86 p.
- **Fontaine F., Jarret P., Druelle J.L., 2002** - *Etude et suivi des bourgeons épïcormiques à l'origine des gourmands chez le chêne sessile*. R.F.F., LIV-4 : 337-356
- **Gauquelin X., coord. - 2010**. *Des forêts en crise sanitaire. Guide de gestion*. ONF-IDF, 96 p.
- **Lemaire J. - 2010**. *Le chêne autrement. Produire du chêne de qualité en moins de 100 ans en futaie régulière*. Guide technique, CNPF/IDF éd., Paris, 176 p.
- **Lemaire J., Lacouture Y., Soleau M., Weben C., Mounier M., Guyon A., 2010** - *Les chênaies atlantiques face aux changements climatiques globaux : comprendre et agir*. Forêt-entreprise, IDF édit., Paris, n°191 : 50-53.
- **Pavie A., Bruno E., Dumé G., Drénou C., Lemaire J., Torre F., 2008** - *Guide des sylvicultures du châtaignier en Castagniccia*. CETEF-CRPF de Corse, 130 p.
- **Vincke C., 2003** - *Approche éco-physiologique des flux d'eau au sein d'une chênaie pédonculé dépérissante sur sol à régime hydrique alternatif*. Thèse de doctorat. Université Catholique de Louvain, 367 p.