

Que peut-on lire dans les cernes des arbres ?

Fiche **QUESTIONS SUR...** n° 02.02.Q11

2018, révisée juin 2026

Nathalie BRÉDA & Yves BIROT, membres de l'Académie d'Agriculture de France, S. PONTON & V. BADEAU

Mots clés : âge, croissance, datation, dendrochronologie

Qui n'a pas, enfant ou adulte, cherché à déterminer l'âge atteint par un arbre en dénombrant les cernes de croissance (ou anneaux concentriques) observés sur une souche ?

Quelles connaissances, cette mémoire enregistrée au fil des décennies et même des siècles, peut-elle nous apporter pour comprendre les évolutions de l'arbre en relation avec son environnement biologique et physique, ou encore prédire des tendances futures ?

Vous avez dit dendrochronologie ?

"L'arbre, c'est le temps" a dit Paul Valéry.

Cette citation renvoie à une discipline scientifique : la dendrochronologie (de *dendron* arbre et *chronos* le temps en grec ancien), qui est la science de la lecture des cernes visibles sur la section d'un tronc, et de l'analyse de l'évolution de leurs caractéristiques. Le comptage des cernes sur une souche permet généralement sous nos climats de donner un âge à l'arbre (Fig. 1). Chaque cerne formé correspond à de nouvelles couches de cellules qui chaque année se développent du printemps à l'automne, ou plus généralement lorsqu'il y a de l'eau dans le sol et que le climat est favorable. Le cerne possède un double rôle ; participer à la stabilité mécanique de l'arbre grandissant et assurer la circulation de la sève des racines aux feuilles.

Dans la plupart des cas, il est aisé de distinguer chaque cerne du précédent ; une observation plus fine montre que les cernes ne sont pas de même largeur. Pour un arbre, il y a des années fastes avec de larges cernes, et d'autre moins (années de sécheresse par exemple). Dès le XVI^e siècle, Léonard de Vinci avait établi une relation entre la largeur des cernes et les variations climatiques. Depuis plus d'un siècle, la dendrochronologie a fait de ces observations naturalistes une discipline irremplaçable pour l'étude des arbres et de leur environnement.

Les espèces d'arbres ne produisent pas toutes des cernes de croissance annuelle visibles :

- Celles qui poussent en milieu tropical – où les variations climatiques saisonnières sont subtiles, voire inexistantes – en sont rarement pourvues, leur croissance étant continue.
- Sous les climats tempérés et boréaux, en revanche, – où la saisonnalité marquée impose des alternances de périodes de croissance et d'arrêts de croissance – les arbres accumulent année après année des cernes qui finiront par créer des séquences de plusieurs décennies, voire même plusieurs siècles. L'examen de ces séquences de cernes ne nécessite pas l'abattage d'un arbre, mais seulement l'extraction d'une fine carotte de bois dans le tronc, à l'aide d'une tarière, sans préjudice pour sa santé (Fig. 2, page 2).



Fig. 1 : Cernes d'un chêne en forêt de Spessart (Allemagne) entre 1545 et 1991)

Mesurer, dater, expliquer

Une fois les carottes de bois extraites, le travail du dendrochronologue se divise en trois étapes :

- La mesure précise de la largeur de chaque cerne.
- L'attribution avec certitude une date à sa formation.
- La recherche des causes des variations de ces largeurs.

Certaines variations sont propres à un individu, comme celles liées à la disparition soudaine d'un voisin gênant, lors d'un orage, d'un coup de vent ou d'une coupe forestière, ce qui engendrera une augmentation de la taille des cernes jusqu'à ce que de nouvelles contraintes apparaissent. D'autres affectent la plupart des arbres d'un peuplement, d'un massif ou d'une région ; c'est le cas d'épisodes de gelée tardive ou de sécheresse, dont l'intensité et l'ampleur géographique sont variables et qui entraînent une réduction plus ou moins forte de la croissance annuelle de tous les arbres dans la zone concernée, ou encore une attaque d'insectes ravageurs.



Fig. 2 : Extraction d'une carotte

La dendrochronologie peut conduire à de surprenantes découvertes. Ainsi, au début des années 1990, une équipe de l'INRA a mis en évidence une augmentation progressive de la croissance annuelle des arbres forestiers au cours de l'ère industrielle ; paradoxalement, cette découverte a été faite à l'occasion de recherches sur des dépérissements forestiers importants qui alertaient les gestionnaires et défiaient la communauté scientifique. Les variations de la croissance des arbres, mises en regard des données climatiques, ont permis de conclure que les facteurs déclencheurs des dépérissements étaient liés essentiellement à des événements de sécheresse exceptionnels, et non, comme on le pensait, à la pollution de l'atmosphère. Au contraire, l'augmentation des températures, de la concentration en CO₂ dans l'atmosphère ou des dépôts atmosphériques azotés issus de l'agriculture étaient, à cette époque, plutôt des facteurs stimulant la croissance des arbres.

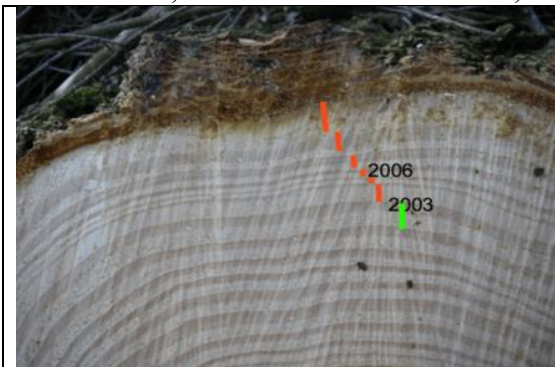


Fig. 3 : Exemple de réduction de croissance radiale observée sur une souche de douglas lors d'une succession de sécheresses de 2003 à 2006. La barre verte montre un cerne large avant cette période climatique difficile (sce : The Conversation, 2016)

Peut-on prédire les tendances futures et s'y préparer ?

Aujourd'hui, la réalité des changements globaux s'est précisée, de même que les projections climatiques vers le futur également.

Les fortes sécheresses des décennies passées constituaient des événements rares, induisant systématiquement des épisodes de dépérissement forestier. Elles devraient augmenter en fréquence et en intensité dans les décennies à venir, avec des risques induits pour la santé et la productivité des forêts. La communauté scientifique est sollicitée par les gestionnaires forestiers qui doivent anticiper la capacité des arbres à s'adapter (ou pas) à de nouvelles conditions environnementales, et doivent choisir des options sylvicoles conduisant à une meilleure résilience. L'étude des impacts des changements climatiques sur le fonctionnement des arbres n'est cependant pas aisée, car le recours à l'expérimentation reste très limité, car :

- les arbres forestiers sont des organismes de très grande taille, difficiles à placer dans des conditions expérimentales contrôlées,
- l'évaluation de ces effets est à inscrire dans un temps long, puisque les impacts d'une perturbation – due au climat ou à des insectes – peuvent avoir des retentissements très longtemps après l'aléa.

Extraire des carottes des arbres permet d'accéder rétrospectivement à toute l'histoire de leur vie ; s'offrent ainsi, en un temps record et à moindre coût, autant d'expérimentations naturelles permettant l'étude de la chronologie de croissance de nombreux individus, sur de très longues périodes. Cette approche nécessite cependant de composer avec d'autres difficultés, la principale étant qu'en conditions naturelles, de très nombreux facteurs (sol, climat, peuplement forestier, âge des arbres, dépôts azotés, concentration en CO₂ atmosphérique, etc.) agissent conjointement sur les arbres, rendant les interprétations complexes.

De nombreuses questions sur le fonctionnement des écosystèmes forestiers sont aujourd'hui abordées par la dendrochronologie. La résilience des arbres – leur capacité à retrouver un fonctionnement normal après une période de fortes perturbations – est par exemple évaluée en ciblant dans la chronologie des cernes, les périodes de crise, et en étudiant l'évolution de la croissance des années qui suivent. Ainsi, l'étude du passé peut contribuer à éclairer l'avenir.

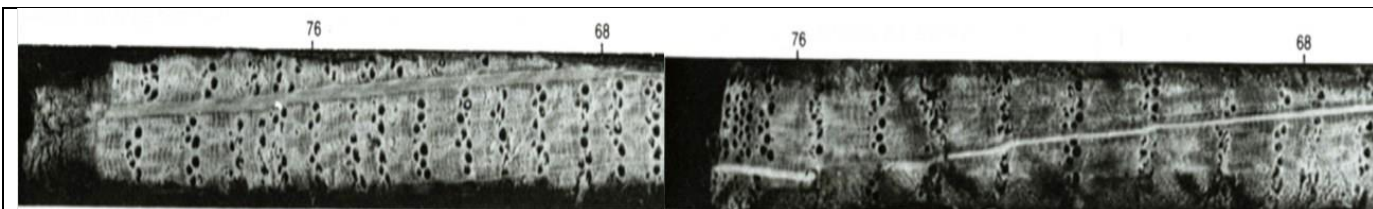


Fig. 4 : carottes de bois de chênes pédonculés issus de la forêt de Tronçais dans l'Allier : à gauche, chêne résilient à la sécheresse de 1976 ; à droite, chêne déperissant à la suite de cette sécheresse. Ces études permettent d'identifier quelles sont les caractéristiques des arbres capables de surmonter un événement stressant, comme les sécheresses estivales de 1976 ou 2003, et quelles sont les conditions de sol ou de sylviculture qui peuvent affecter la réponse des arbres. (Sce : The Conversation 2016)

Les cernes, mémoire précieuse pour répondre à de nouvelles questions

Les cernes recèlent en réalité bien d'autres informations que la seule croissance des arbres.

Leur radiographie aux rayons X, pratiquée depuis les années 1970, révèle des variations de densité du bois qui permettent une meilleure reconstitution des conditions climatiques et des quantités de carbone fixées dans le bois par la croissance, données nécessaires pour estimer le rôle des écosystèmes forestiers dans le cycle du carbone (Fig. 5).

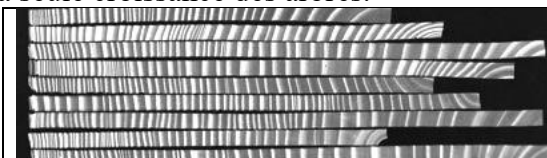


Fig. 5 : Radiographie de carottes de pin (Source : The Conversation, 2016)

L'analyse de la composition chimique des cernes peut également apporter de manière rétrospective des informations très pointues sur le fonctionnement physiologique des arbres. L'analyse isotopique des cernes a montré que, chez un grand nombre d'espèces, les arbres étaient devenus, au cours du XX^e siècle, plus efficaces dans l'utilisation de l'eau : pour une même quantité d'eau consommée, leur assimilation de carbone est aujourd'hui supérieure à ce qu'elle était au début de l'ère industrielle : leur fonctionnement a été modifié vers une meilleure performance par unité de quantité d'eau utilisée. Cette découverte, comme beaucoup d'autres, aurait été quasiment impossible sans l'approche dendrochronologique permettant de dater, de quantifier et de comparer les changements de fonctionnement des arbres à court, moyen et long terme.

La dendrochronologie : un voyage dans le temps et dans l'espace, où les arbres ont la parole

La dendrochronologie est une sorte de machine à remonter le temps (Fig. 6) : pour chaque essence et par région, on peut établir des chronologies qui permettent de remonter sur plusieurs siècles et même plusieurs millénaires (jusqu'à -8 000 ans pour *P. aristata* en Californie). Ces chronologies sont la source d'applications riches et variées en :

- Archéologie : on peut ainsi déterminer la période durant laquelle un arbre a vécu et préciser la date à laquelle il a été récolté, ou encore dater un bois immergé ou toute pièce de bois (structure, œuvre d'art), contribuant ainsi à mieux connaître l'histoire de l'homme et de notre terre (Fig. 7).

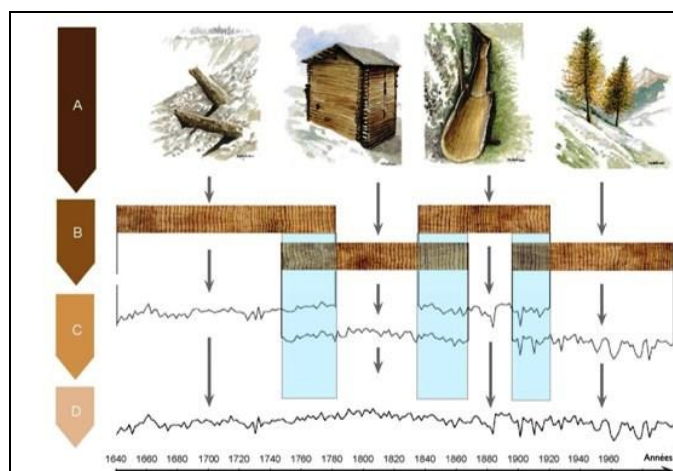


Fig. 6 : l'interdatation : A = recherche ; B = carottes ; C = mesures ; D = chronologie



Fig. 7 : barge gallo-romaine (musée d'art antique d'Arles) en chêne et épicéa abattus entre 47 et 49 de notre ère.

- Climatologie : les caractéristiques des cernes dépendant étroitement du climat (température, pluviosité), les chronologies établies permettent alors la reconstruction des climats sur de très longues périodes.
- Écologie :
 - dynamique et pullulation des insectes défoliateurs ou xylophages ;
 - occurrence des feux de forêts et de leur fréquence à des périodes récentes et anciennes ;
 - effets de la pollution atmosphérique.
- Géosciences :
 - datation de processus de surface impactant le paysage (glissements de terrain ou érosion), qui peuvent affecter la croissance des arbres ;
 - connaissance du régime hydrologique des rivières, du ruissellement de surface, du niveau des lacs (datation des inondations) ;
 - dynamique actuelle et passée des glaciers (arbres présents sur des moraines).

• **Ce qu'il faut retenir :**

En climat tempéré, la croissance rythmique des arbres se traduit sur leur section par des anneaux annuels (cernes) visibles. Ceux-ci peuvent être dénombrés, datés, mesurés et leurs caractères physico-chimiques précisés : c'est l'objet de la dendrochronologie ; leurs caractéristiques dépendent de l'environnement biologique et physique des arbres, en particulier le climat.

L'étude des cernes permet d'approcher les mécanismes responsables des variations de croissance observés et d'en tirer des informations pour la gestion forestière.

- La dendrochronologie a de nombreuses applications en archéologie, climatologie, écologie et géosciences.

Pour en savoir plus

- S. PONTON, N. BRÉDA & V. BADEAU : *La dendrochronologie, l'art de lire dans les cernes des arbres*, The Conversation, 2016.