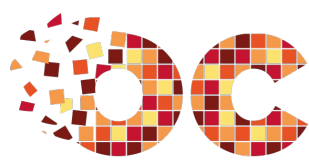


# Introduction à la dendrochronologie

Par Mickaël Launay (GéoMI17)



**OPENCLASSROOMS**

[www.openclassrooms.com](http://www.openclassrooms.com)

*Licence Creative Commons 6 2.0  
Dernière mise à jour le 7/07/2011*

## Sommaire

Sommaire .....	2
Introduction à la dendrochronologie .....	3
La datation croisée .....	3
Profils de croissance .....	6
La dendrométéorologie .....	7
L'uniformitarisme .....	8
Le principe du facteur limitant .....	8
L'amplitude écologique .....	8
Bilan .....	9
Q.C.M. ....	9
Partager .....	10



# Introduction à la dendrochronologie

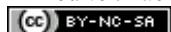


Par

Mickaël Launay (GéoMI17)

Mise à jour : 07/07/2011

Difficulté : Facile  Durée d'étude : 2 heures



Qui ne s'est jamais amusé en passant devant la souche d'un arbre à compter ses anneaux pour connaître son âge ? Mais savez-vous que ce qui semble n'être au premier abord qu'un jeu d'enfants est en réalité une science à part entière : la **dendrochronologie**. Les cercles de croissance des arbres renferment de nombreux secrets auxquels ce mini-tuto vous propose de vous initier.

*Dendron, l'arbre.  
Chronos, le temps.  
Logos, l'étude.*

Les racines grecques parlent d'elles-mêmes : la dendrochronologie est la science de la datation par les arbres. Cette étude des anneaux de croissance permet non seulement de dater avec une précision redoutable des objets en bois mais également d'obtenir des informations sur l'environnement de l'arbre année par année. Certaines espèces d'arbres vivant plusieurs milliers d'années, leurs anneaux constituent en quelque sorte les premières archives météorologiques !

Sommaire du tutoriel :



- La datation croisée
- La dendrométéorologie
- Q.C.M.

## La datation croisée



Commençons par le début : à quoi ressemble la coupe d'un arbre ?

La coupe transversale du tronc ou d'une branche d'un arbre est formée d'une succession de cercles concentriques. Ces cercles s'appellent les **anneaux ou cernes de croissance**.



Cliquez sur l'image pour agrandir si vous voulez compter les anneaux.

Chaque année, un nouvel anneau vient s'ajouter aux précédents. L'anneau extérieur est le plus jeune c'est-à-dire celui de l'année courante, tandis que l'anneau central correspond à la première année de vie de l'arbre. C'est pour cette raison qu'il suffit de compter le nombre de cercles d'une souche pour connaître l'âge qu'avait l'arbre quand il a été coupé !



Un anneau est composé d'une partie claire et d'une partie foncée. Il ne faut pas compter ces deux couches comme deux anneaux différents mais comme un seul !

Nous reviendrons dans la deuxième partie de ce chapitre sur la formation des anneaux et la raison de ces différences de couleur.



Le pin Bristlecone a une durée de vie pouvant approcher les 5000 ans. Le plus vieil arbre encore en vie sur Terre date donc approximativement de l'an -3000, c'est-à-dire de l'époque de l'invention de l'écriture !

Jusque-là me direz-vous, pas de quoi en faire toute une science. Mais c'est sans compter sur une autre observation : d'une année sur l'autre, les anneaux n'ont pas la même épaisseur. Ces variations sont principalement dues aux conditions météorologiques et elles sont extrêmement importantes car ce sont elles qui rendent possible la **datation croisée** ou **interdatation** qui est le principe de base de la dendrochronologie.

Déjà en -322, **Théophraste** avait noté que les arbres fabriquaient un nouvel anneau chaque année. Mais c'est **Léonard de Vinci** qui le premier donne une explication à la variation d'épaisseur de ces anneaux. Dans son *Traité de la peinture*, il écrit :

#### Citation : Léonard de Vinci

Les anneaux dans les branches des arbres qui ont été coupées montrent le nombre de leurs années et quelles années ont été plus humides ou plus sèches selon que ces anneaux sont plus ou moins épais.

La séquence des anneaux plus ou moins épais constitue en quelque sorte un code-barre qui se retrouve identique d'un arbre à l'autre et permet d'identifier l'année d'une série d'anneaux donnée.

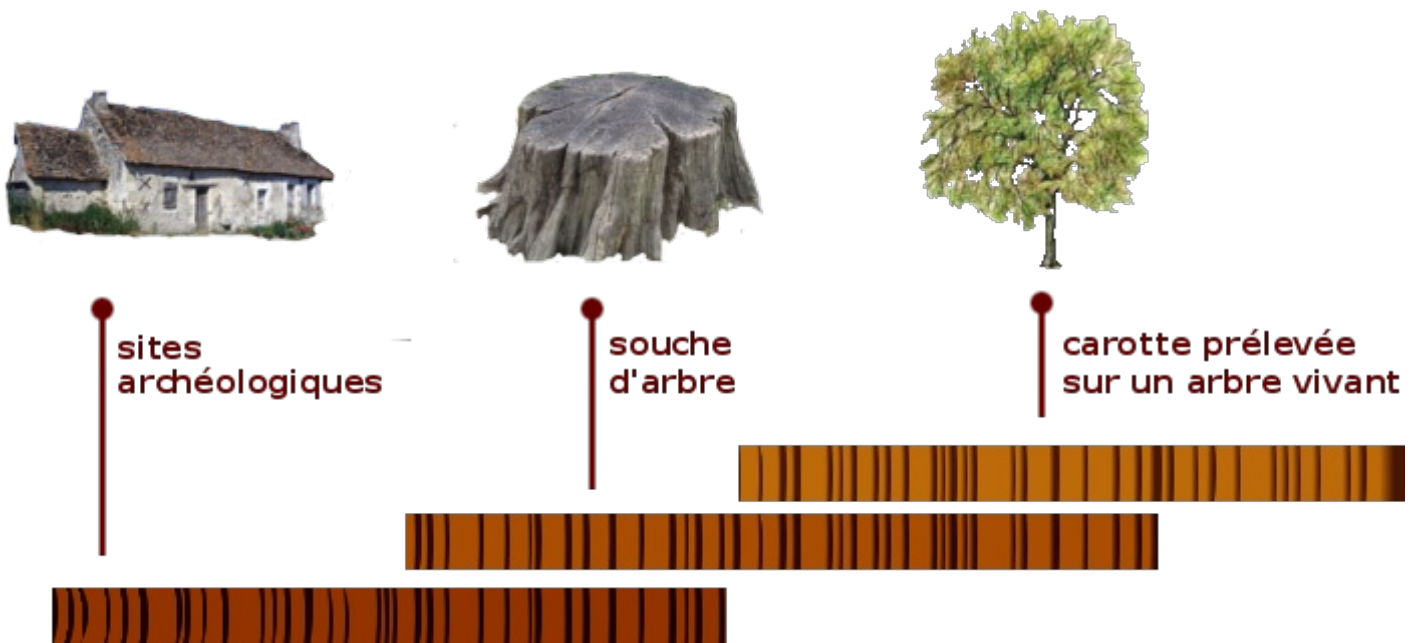
Vous avez encore du mal à voir comment cette observation peut nous aider à faire des datations ? Alors prenons un exemple. Imaginez que vous veniez juste de couper un vieil arbre. Vous savez alors que l'anneau extérieur correspond à l'année présente, et de proche en proche, vous pouvez calculer l'année de formation de chacun de ses anneaux. Supposons maintenant vous possédiez un objet en bois que vous voulez dater sur lequel il est possible de discerner un nombre suffisant d'anneaux. Alors en comparant la séquence des anneaux présents sur votre objet avec ceux de l'arbre, vous obtiendrez les années de formation de ces anneaux et donc une datation de votre objet.



Les dendrochronologistes n'abattent pas des arbres centenaires à chaque fois qu'ils veulent faire une étude ! En réalité il leur suffit de prélever une *carotte*, c'est-à-dire un petit cylindre de bois qui va de l'écorce jusqu'au cœur du tronc, ce qui les satisfait amplement tout en laissant vivre les arbres. 😊 Voici une carotte en train d'être extraite :



C'est cette méthode que l'on appelle la datation croisée. C'est à la fois tout simple et remarquablement efficace ! Tout d'abord parce que les arbres ont en général une durée de vie assez grande et ensuite, il est tout à fait possible de reconstituer une chronologie par plusieurs croisements en comparant différents objets en bois de différentes époques, par exemple des poutres d'habitations anciennes retrouvées sur des sites archéologiques. Par des comparaisons croisées comme celles-ci les dendrochronologistes ont pu établir des séquences d'anneaux remontant jusqu'à plus de 7000 ans !



Le nombre d'anneaux qu'il faut comparer pour pouvoir conclure qu'ils datent bien de la même année est assez variable selon la qualité des échantillons, les arbres étudiés ou la variabilité de la taille des anneaux (il faut mieux avoir une suite d'anneaux dont les tailles varient beaucoup qu'une suite d'anneaux quasiment tous de la même taille). Les dendrochronologistes utilisent des méthodes statistiques avec des formules mathématiques qui leur indiquent la fiabilité d'un croisement. Mais en gros, on peut dire qu'un recoupement d'une dizaine d'anneaux consécutifs quasiment similaires constituent un croisement assez fiable.

L'un des exemples les plus remarquables d'usage de la dendrochronologie a été la datation du stradivarius « le Messie ».

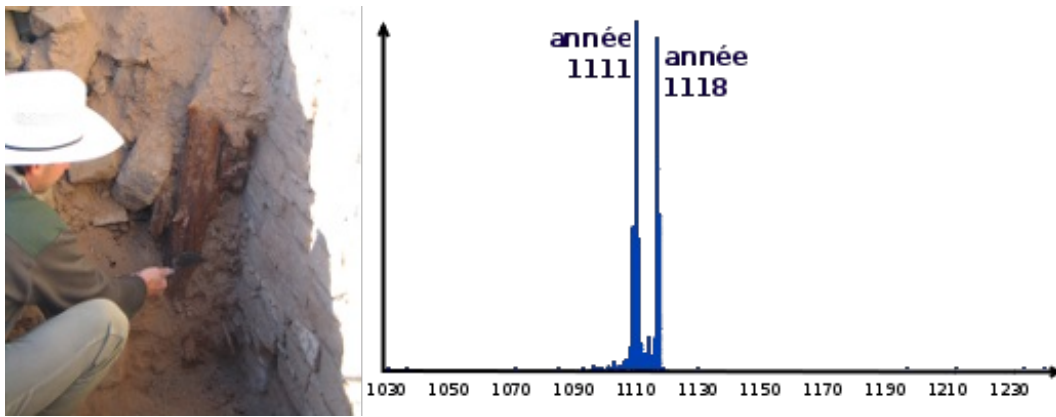
Le célèbre luthier italien [Antonio Stradivari](#) (1644, 1737) a fabriqué dans sa vie environ six cents violons reconnus pour leur qualité exceptionnelle témoin d'un savoir-faire plus jamais égalé par la suite. Chacun de ses violons a un nom. Le Messie est un des plus célèbres d'entre eux car Stradivari ne voulut jamais s'en séparer et le garda dans son atelier jusqu'à sa mort. Après celle-ci, le violon passa entre de nombreuses mains et un de ses propriétaires en fit faire une copie en 1860. Suite à cet épisode, l'authenticité du Messie fut mise en doute : on ne savait plus si le violon était l'original du maître ou la copie du XIX<sup>ème</sup> siècle !

Et c'est là que la dendrochronologie intervint. Après plusieurs années d'étude, les anneaux de croissance visibles sur le violon purent être datés : le plus récent d'entre eux datait de 1687, ce qui correspond bien aux années d'activité de Stradivari. L'authenticité du violon était donc prouvée.



Le climat n'est pas le même partout sur la planète ! Autrement dit, les croisements ne sont pertinents que si les deux arbres dont proviennent les anneaux comparés étaient suffisamment proches géographiquement pour avoir subi dans leur vie la même influence environnementale. Inutile donc d'abattre les arbres de votre jardin pour connaître l'âge de vos meubles suédois ou de votre guitare *made in China*, les anneaux ne seraient pas du tout comparables ! 🤖

Un autre exemple d'utilisation de la datation croisée en archéologie est la datation de ruines aztèques grâce à des poutres en bois présentes dans les constructions. L'image ci-dessous montre une de ces poutres ainsi qu'un graphique indiquant le nombre de poutres retrouvées par année.

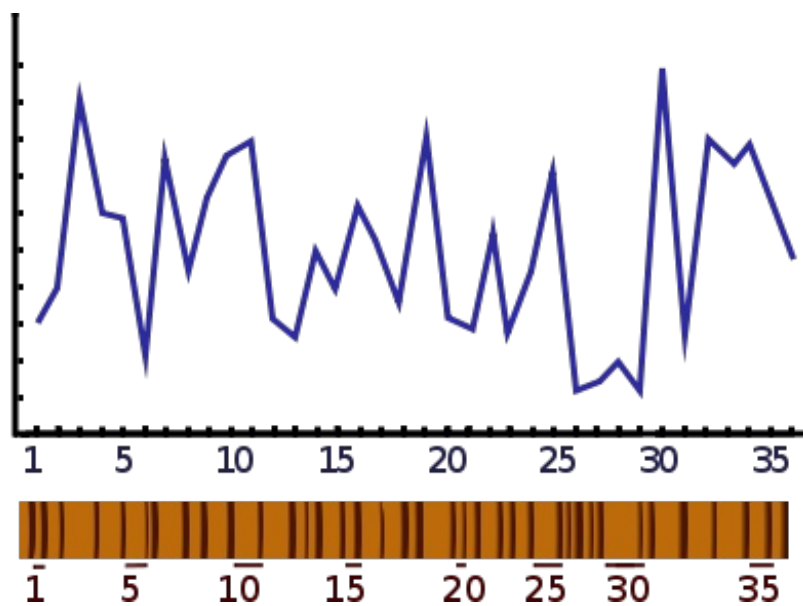


Pour chaque poutre, on ne compte que l'anneau le plus récent qui correspond à l'année où l'arbre a été coupé. On constate ainsi que le site étudié a été occupé pendant environ 200 ans et qu'il y a eu deux années principales de construction : 1111 et 1118. Après cette période et jusqu'en 1250, les nouvelles poutres (qui apparaissent à peine sur le graphique) correspondent à des réparations.

## Profils de croissance

Pour pouvoir traiter les informations contenues dans les anneaux, on reporte leurs largeurs sur un graphique appelé **profil de croissance**. Sur l'axe horizontal une graduation correspond à une année et sur l'axe vertical on reporte l'épaisseur des anneaux.

Voici un exemple de profil de croissance correspondant à une série d'anneaux.



Tout ça est bien joli, mais concrètement ces informations ne sont pas si faciles que ça à traiter. Si je vous donne plusieurs dizaines de profils de croissance différents, ce n'est pas évident de juger à vue d'œil quelles séquences d'années correspondent. Surtout que dans la réalité, deux arbres n'auront jamais des séquences absolument identiques au millimètre près. Il y a toujours des petites variations.



Bon alors concrètement, comment on fait ?

Aujourd'hui, le traitement des séquences d'anneaux se fait de plus en plus informatiquement. Depuis les années 1960, pas mal de logiciels différents ont vu le jour pour traiter directement les profils de croissance. La plupart de ces logiciels sont libres et si ça vous intéresse vous trouverez les principaux d'entre eux sur [The Ultimate Tree-Ring Web Pages](http://The Ultimate Tree-Ring Web Pages) (d'une manière générale, ce site est une mine importante d'informations sur la dendrochronologie.)

## *Skeleton plots*

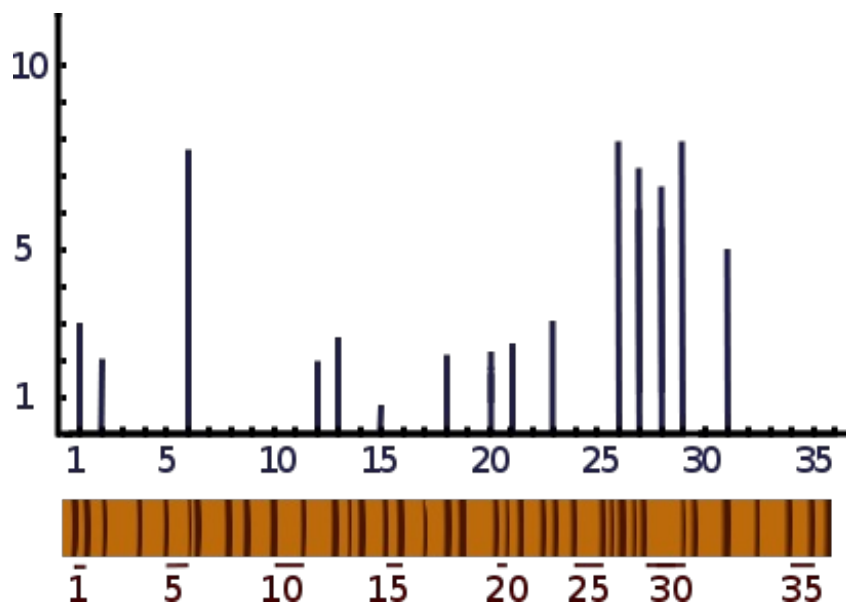
Cependant, avant l'arrivée de l'informatique il fallait se débrouiller autrement. C'est pourquoi [Andrew Ellicott Douglass](#), qui est considéré comme le père de la dendrochronologie, a développé au début du XX<sup>ème</sup> siècle une technique appelée "*skeleton plot*" ce qui pourrait se traduire par "graphe squelette" mais on utilise en général le terme anglais, même dans les textes en français.



Mais si aujourd'hui les ordinateurs font le travail, pourquoi apprendre cette méthode ancienne ?

Parce qu'elle est tout de même très instructive sur la façon de reconnaître les anneaux "*importants*". Les arbres possèdent un rythme normal de fabrication de leurs anneaux. Autrement dit, si l'arbre se trouve dans un environnement idéal pour lui, tous ses anneaux auront environ la même épaisseur. En revanche, si l'environnement est moins bon, les anneaux seront moins épais. Autrement dit, les petits anneaux sont plus significatifs que les plus grands anneaux qui sont juste normaux.

Pour cette raison, sur un *skeleton plot* on n'indique pas les anneaux de taille normale mais au contraire on donne aux petits anneaux une valeur comprise entre 0 et 10 d'autant plus importante que l'anneau est mince. Voici le *skeleton plot* de l'exemple précédent.



Alors bien sûr, on perd des informations en passant du profil de croissance au *skeleton plot*, mais ce dernier est beaucoup plus lisible et permet de repérer beaucoup plus rapidement les séquences communes entre deux séries d'anneaux. Dans l'exemple, ce qu'il faut retenir en premier, c'est qu'il y a un petit anneau isolé et quatre petits anneaux réunis à 20 ans d'intervalle. Pour faire des datations croisées on cherchera donc en priorité un autre *skeleton plot* ayant ces mêmes petits anneaux et après on pourra confirmer en regardant si les autres anneaux notés correspondent.

## La dendrométéorologie

Les variations dans la formation des anneaux d'une année sur l'autre sont dues à son environnement. Ainsi, l'étude des anneaux nous offre de nombreuses informations notamment sur les conditions météorologiques année après année.

Chaque année, les arbres fabriquent leur cerne entre le printemps et le début de l'automne puis s'arrêtent en hiver. Cependant le bois produit n'est pas le même tout au cours de l'année. Le bois de printemps et d'été est moins dense et donc plus clair quand on l'observe en coupe tandis que le bois de la fin de l'été et de l'automne est plus dense et donc plus sombre. C'est ce phénomène qui rend les anneaux de croissance bien visibles.

Ainsi les anneaux ne donnent pas seulement une chronologie par années, on peut même y lire des informations saison par saison ! Par exemple, il peut arriver qu'une chute brusque de la température fasse croire à l'arbre que l'hiver est arrivé alors que ce n'est pas le cas avant qu'un réchauffement le fasse repartir sur du bois d'été. Ce genre de phénomène sera lisible par l'apparition d'un faux anneau. Il n'est pas toujours facile de discerner un faux anneau d'un vrai, il faut faire des comparaisons avec d'autres arbres pour déceler l'anneau en plus. Les profils de croissance et les *skeleton plots*





sont là pour ça. 😊

Dans cette partie, nous allons voir trois principes qui permettent de décrypter les secrets des anneaux : l'uniformitarisme, le principe du facteur limitant et l'amplitude écologique.

## L'uniformitarisme

Bon, alors c'est bien beau de savoir que les anneaux contiennent des informations sur les conditions environnementales de l'année durant laquelle ils ont été formés, mais encore faut-il savoir lire ces informations ! Que signifie un anneau plus large ou plus fin ?

**L'uniformitarisme** est un principe général qui s'applique dans de nombreuses sciences et permet de répondre à cette question. Il se résume en une phrase : *"le présent est la clef du passé."*

Autrement dit, il suffit d'observer la formation des anneaux d'aujourd'hui de différentes espèces d'arbres et les conditions dans lesquelles ils se forment. Puis en comparant ces anneaux à des anneaux plus anciens, on peut déduire sous quelles conditions ceux-ci se sont formés. Simple mais efficace ! 😊

## Le principe du facteur limitant

### Citation : Recette du Quatre-Quarts

- 250 grammes de sucre ;
- 250 grammes de beurre ;
- 250 grammes de farine ;
- 250 grammes d'œufs.

(En réalité il faut 3 œufs pour le quatre-quarts, ce qui fait moins de 250g, mais comme ça ne m'arrange pas pour l'exemple, on ne va pas chipoter.)



Euh... ? Quelqu'un peut m'expliquer ce que la recette du quatre-quarts fait au milieu de ce tuto ?

Ahah ! Juste quelques secondes de patience, j'y viens. 😊 En attendant, laissez-moi vous poser une question : si vous disposez de 3 kilogrammes de sucre, 800 grammes de beurre, 500 grammes de farine et 1 kilogramme d'œufs (une douzaine), combien de quatre-quarts pouvez-vous préparer ?

La réponse est 2 car il vous faut 250 grammes de farine par quatre-quarts et vous en avez 500 grammes. La farine est l'ingrédient que vous avez en moins grande quantité, c'est donc elle qui va vous limiter et déterminer combien de quatre-quarts vous allez pouvoir faire. Vous avez trop des autres ingrédients mais vous ne pouvez rien en faire sans plus de farine.

Eh bien pour les arbres, c'est pareil ! 🤖 Pour fabriquer leur bois, il leur faut un certain nombre d'ingrédients ou de facteurs comme de l'ensoleillement, de l'humidité, un sol fertile, pas trop d'insectes qui détruisent ses feuilles... Et comme pour les quatre-quarts, l'un de ces facteurs va être le **facteur limitant**, c'est-à-dire celui qui est présent en moins grande quantité par rapport à ce dont l'arbre a besoin.

Ce principe du facteur limitant est assez pratique car il nous permet d'observer un seul paramètre dans les cernes des arbres. Si par exemple vous vous trouvez dans une zone assez aride, vous savez que le facteur limitant va précisément être la quantité de précipitations. Ainsi les variations d'épaisseur des anneaux indiquent les années qui ont été plus sèches ou plus humides.

Dans d'autres zones où le climat est clément mais où il y a périodiquement des invasions d'insectes, les anneaux les plus étroits vont indiquer les années de ces invasions.

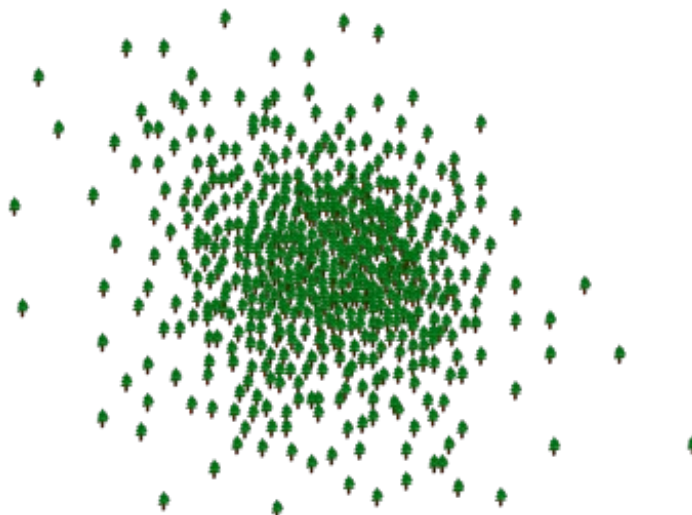
Bref, le principe du facteur limitant évite que toutes les influences de l'environnement sur l'arbre soient mélangées et donc quasi-impossibles à analyser. Le choix d'une zone permet d'étudier un paramètre particulier.

## L'amplitude écologique



Souvent, une espèce d'arbre donnée se limite à une certaine zone géographique. C'est au centre de cette zone qu'on la retrouve en plus grande quantité car c'est à cet endroit que le climat est le plus adapté. En revanche quand on s'approche des bords de la zone, les arbres de cette espèce se trouvent dans un environnement qui leur convient de moins en moins et sont par conséquent moins nombreux.

Schématiquement, cela donne ça :



Si on étudie les anneaux des arbres qui sont au centre de la zone, on constatera souvent qu'il n'y a pas beaucoup de variations de leur épaisseur. L'arbre est dans des conditions qui lui conviennent donc il se porte bien et fabrique des anneaux de taille normale chaque année. En revanche, plus on s'éloigne du centre de la zone plus les arbres vont être sensibles à leur climat et plus les variations des anneaux vont être importantes.

Pour faire des études dendrochronologiques, les seconds, c'est-à-dire ceux qui sont sur le bord sont plus intéressants car les informations que renferment leurs cernes sont plus lisibles.

## Bilan

Voilà, ce mini-tuto d'introduction à la dendrochronologie touche à sa fin. Comme vous vous en doutez, il y aurait encore beaucoup de choses à dire mais je n'ai fait que vous présenter les grands principes de cette discipline. Par exemple, il faut aussi savoir que plus un arbre est vieux moins les anneaux qu'il fabrique sont épais. C'est donc un autre paramètre dont il faut tenir compte et qu'il faut rectifier : deux anneaux de la même taille n'auront pas le même sens s'ils ont été produits quand l'arbre avait 3 ans ou quand il en avait 100.

On peut aussi noter que d'une année sur l'autre les anneaux ne sont pas tout à fait indépendants : une bonne ou une mauvaise année pour l'arbre aura encore des conséquences sur l'anneau formé l'année suivante.

Bref, ce n'est pas si simple que ça. Il y a pas mal de paramètres dont il faut tenir compte et c'est aussi pour ça que la dendrochronologie est une science passionnante !

## Q.C.M.

Le premier QCM de ce cours vous est offert en libre accès.  
Pour accéder aux suivants

[Connectez-vous](#) [Inscrivez-vous](#)

On peut connaître l'âge d'un arbre...

- ☐ en mesurant sa circonférence.
- ☐ en comptant ses anneaux de croissance.
- ☐ en regardant sur l'étiquette.

Sur un *skeleton plot*, on met en avant...

- ☐ les anneaux les plus fins.

- ☐ les anneaux de taille moyenne.
- ☐ les anneaux les plus épais.

Comment appelle-t-on le facteur qui a le plus d'influence sur l'épaisseur des anneaux ?

- ☐ Le facteur embêtant
- ☐ Le facteur chance
- ☐ Le facteur commun
- ☐ Le facteur limitant

Lequel de ces paramètres n'influence pas la formation des anneaux ?

- ☐ L'ensoleillement
- ☐ La présence d'insectes
- ☐ L'âge de l'arbre
- ☐ Le prélèvement de carottes par les dendrochronologistes

Correction !

[Statistiques de réponses au QCM](#)

Ce mini-tuto s'arrête ici. J'espère qu'il vous aura donné envie d'en savoir plus sur la dendrochronologie et que désormais quand vous croiserez la souche d'un arbre vous porterez sur ses anneaux un regard différent ! 😊

**Partager**

