

Perte de densité du bois d'été chez les arbres subfossiles

Denys Pierrehumbert ing. dipl. EPFL

4 mars 2016

Les arbres subfossiles subissent une perte de densité périphérique. Ce comportement est inconnu des paléoclimatologues. Il invalide les techniques utilisées jusqu'à ce jour pour la construction des indices de températures basés sur les densités du bois d'été.

Introduction

Largeurs des cernes

Les paléoclimatologues ont utilisé en premier lieu les largeurs des cernes pour tenter d'extraire un signal climatique. Ils ont été confrontés à un problème physiologique car ces largeurs sont également dépendantes de l'âge cambial. Pour parer à cette difficulté, ils ont mis au point la méthode dite RCS pour Regional Curve Standardization qui, pour une région donnée, doit permettre d'extraire le signal cherché.

Si les largeurs de cernes sont probablement étroitement liées au climat, on ne sait pas exactement par quelles variables, et en particulier dans quelles proportions interviennent les précipitations et les températures.

Densité du bois d'été

Les densités du bois d'été sont ensuite apparues plus prometteuses car semblent directement liées à la seule température. Pour une raison qui m'est inconnue, les spécialistes ont également appliqué la méthode RCS alors qu'ils ne pouvaient détecter aucun comportement physiologique particulier dépendant de l'âge cambial.

La méthode RCS

La méthode RCS est basée sur le simple calcul de la moyenne des valeurs en fonction de l'âge

cambial. Pour que cette méthode ait une efficacité, elle exige une répartition uniforme en terme d'âges calendaires et une évolution non monotone et si possible aléatoire des paramètres climatiques. Ce sont beaucoup d'exigences en pratique jamais bien respectées. Pour les largeurs de cernes, la correction a malgré tout un certain sens. Il en va tout autrement pour les densités où elle ne fait qu'introduire du bruit.

Observations

Les paléoclimatologues utilisent pour leurs recherches des arbres sur pieds mais également des arbres morts dit subfossiles. Ces derniers permettent de remonter bien plus loin dans le temps.

Il y a quelques mois, j'ai découvert un peu par hasard que les arbres subfossiles subissaient une perte de densité à partir des cernes extérieurs.

Ce comportement m'est premièrement apparu dans les spécimens utilisés dans Briffa et al. 2013 [1]. La perte de densité est bien visible dans le graphique de la figure 1 où la densité moyenne du bois d'été est reportée en fonction de la position du cerne par rapport à la périphérie. La perte est importante en circonférence puis décroît assez rapidement.

Le critère retenu pour la sélection des spécimens du graphique de la figure 1 est un cerne extérieur daté d'avant 1951.

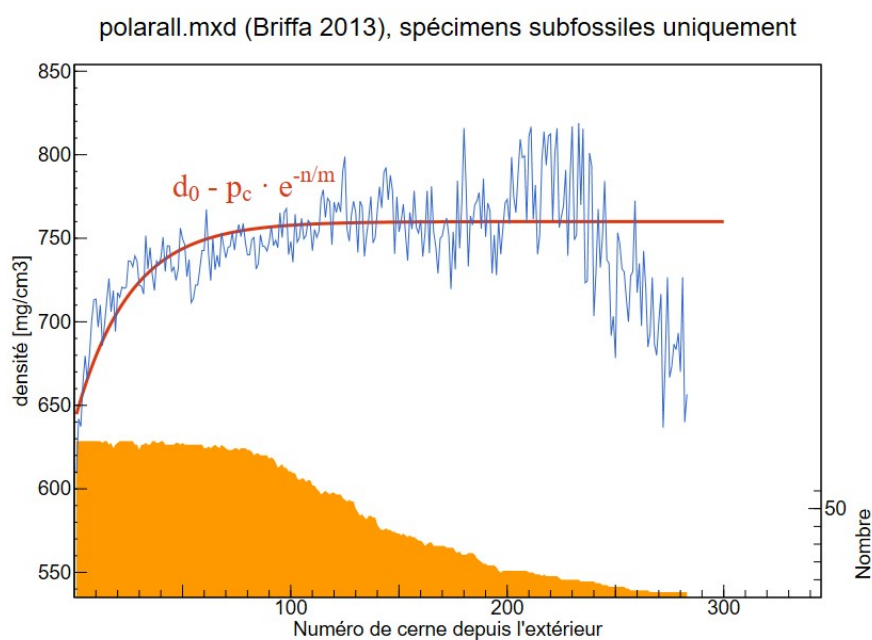


Fig. 1. Perte de densité des arbres subfossiles utilisés dans l'article de Briffa et al. 2013.

J'ai ajusté une fonction exponentielle inverse avec :

- d_0 pour la densité initiale,
- p_c pour la perte du cerne extérieur
- n pour le numéro d'ordre du cerne à partir de l'extérieur,

- et m pour le numéro du cerne pour lequel la perte est de $1/e$ fois p_c .

J'ai par la suite effectué un contrôle sur une série de subfossiles bien répartis du XIIIème au XIXème siècle tirés de Luckman et al. 2005 [2]. Ces données n'ont été que récemment archivées. Steve McIntyre [3] est l'auteur de la collation que j'ai utilisée.

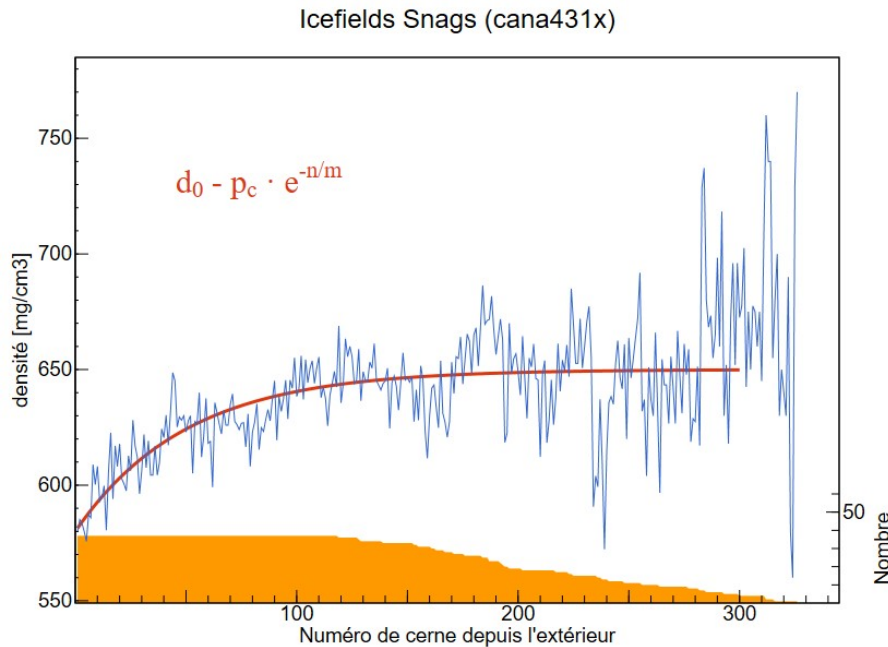


Fig. 2 . Perte de densité chez les arbres subfossiles utilisés dans l'article de Luckman et al. 2005

On voit que l'allure des courbes est parente. Les caractéristiques propres dépendent probablement de l'espèce et des conditions de conservation. L'ampleur du phénomène est dans les deux cas significative.

Cette perte semble se produire assez rapidement après la mort de l'arbre car je ne suis pas parvenu à distinguer une aggravation pour les spécimens les plus anciens.

Implications

Les conséquences de ce constat sont les suivantes :

- Les méthodes habituellement utilisées par les paléoclimatologues sous-estiment les températures tirées des arbres subfossiles, donc les températures anciennes. Il est difficile d'articuler un chiffre mais cela devrait se situer autour de quelques dixièmes de degrés.
- En introduisant un biais dans l'évolution des densités de chaque arbre, la perte de densité rend l'utilisation de méthodes statistiques basées sur la normalisation très délicates. Des effets statistiques singuliers peuvent apparaître.
- La méthode RCS basée sur l'âge cambial n'est pas pertinente pour le traitement des densités des bois d'été. Son principal effet est d'introduire du bruit dans les reconstructions.

Notes

- [1] : Reassessing the evidence for tree-growth and inferred temperature change during the Common Era in Yamalia, northwest Siberia. Briffa et al. Quaternary Science Reviews 2013.
- [2] : Summer temperatures in the Canadian Rockies during the last millennium. B. H. Luckman et R. J. S. Wilson. Climate Dynamics 2005.
- [3] : Steve McIntyre est un mathématicien canadien, il tient le blog climateaudit.org et s'est spécialisé dans la critique des reconstructions paléoclimatiques.