



MESURE DES DIMENSIONS DE LA COURONNE DES ARBRES DE FORÊTS TROPICALES

UN MANUEL DE TERRAIN

Authors

Grace J. Loubota Panzou  & Ted R. Feldpausch 

loubotagrace@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6466-1508>
t.r.feldpausch@exeter.ac.uk, <https://orcid.org/0000-0002-6631-7962>

Geography, College of Life and Environmental Sciences, University of Exeter
Laver Building, North Park Road
EX4 4QE, Exeter, UK



Juillet 2020

Introduction

Le terme « couronne d'arbre » fait référence à la forme, à la taille et à la position des structures de l'arbre dans l'espace tridimensionnel, ainsi qu'à l'organisation structurelle du système de ramification (Godin, Costes & Sinoquet, 1999). Les couronnes d'arbres constituent la limite entre la biosphère terrestre et l'atmosphère et déterminent l'interception de la lumière ainsi que

les échanges gazeux de carbone et d'eau via la photosynthèse et l'évapotranspiration (Santiago et al., 2004 ; Strigul et al., 2008). Les couronnes représentent l'un des composants physiologiquement et écologiquement les plus actifs des arbres. Ainsi, comprendre la structure de la couronne est essentiel pour de nombreuses applications, notamment l'estimation des flux biogéochimiques, la modélisation de la dynamique de la végétation et le développement de méthodes de télédétection considérées comme des outils cruciaux pour la surveillance des écosystèmes terrestres.

Les couronnes varient considérablement à travers les biomes tropicaux mondiaux et entre les arbres des forêts et ceux des savanes (Loubota Panzou et al., en révision), englobant la vaste variation pantropicale de biomasse (Feldpausch et al., 2012), de dynamique forestière et de puits de carbone (Brienen et al., 2015 ; Hubau et al., 2020), de hauteur des arbres (Feldpausch et al., 2011 ; Banin et al., 2012) et d'environnement (Loubota Panzou et al., en révision). Leur taille et leur forme varient selon la structure et l'environnement, une part importante de la variation de l'allométrie des couronnes étant expliquée par les précipitations, la vitesse du vent et la texture du sol (Loubota Panzou et al., en révision). Des méthodes standardisées sont nécessaires pour évaluer la grande variation des dimensions des couronnes lors de leur estimation depuis le sol. Cependant, les mesures au sol des couronnes d'arbres sont difficiles, longues et exigent de tenir compte de la grande variabilité de leur position, de leur forme et de leur taille.

Nous présentons ici le protocole utilisé pour estimer les dimensions des couronnes dans le cadre d'analyses pantropicales (Loubota Panzou et al., en révision) et pour les données archivées dans le dépôt en ligne de données de placettes forestières et outil analytique ForestPlots (www.forestplots.net).

Tree crown measurement

La profondeur de la couronne (C_{dep} , en m) et le **rayon de la couronne** (C_r , en m) sont deux dimensions de la couronne qui peuvent être mesurées sur le terrain (Figure 1). C_{dep} est définie

comme la profondeur de la couronne (Figure 1A), calculée comme la différence entre la **hauteur totale de l'arbre** (H , en m) et la **hauteur du fût**, définie comme la hauteur entre le sol et la première branche vivante ou la hauteur du feuillage le plus bas (H_f , en m). C_{dep} est mesurée pour la plupart des arbres en utilisant une méthode trigonométrique avec un clinomètre manuel ou un hypsomètre électronique.

Les **rayons de couronne** sont mesurés dans quatre directions cardinales (nord, sud, est et ouest) ou huit (nord, nord-est, nord-ouest, sud, sud-est, sud-ouest, est et ouest), à partir de la projection au sol du bord de la couronne jusqu'au centre du tronc. L'observateur se place de manière à voir le bord de la canopée en se tenant **perpendiculaire à la ligne reliant le tronc** (Figure 1B).

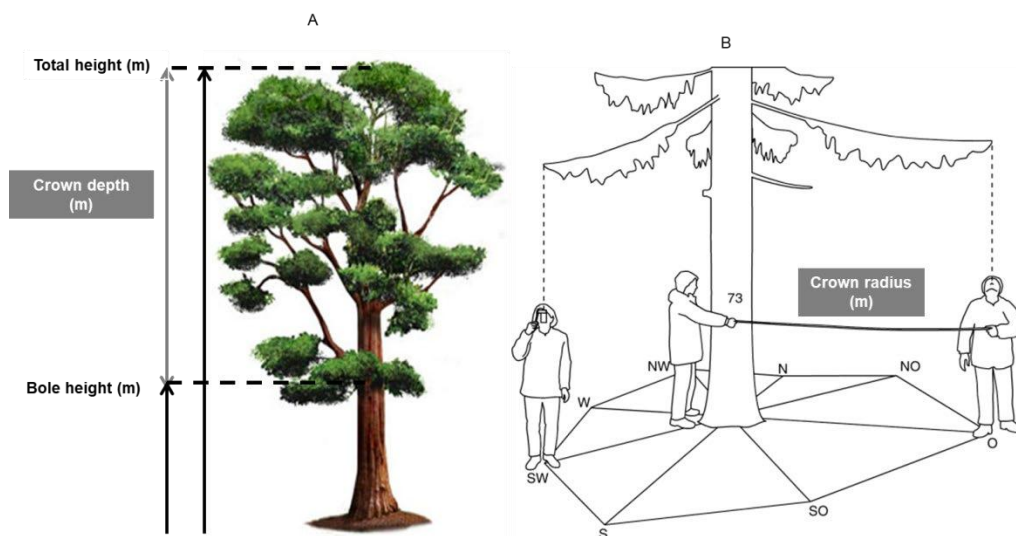


Figure 1. Mesure de la profondeur de la couronne (A) et du rayon de la couronne (B) (image adaptée de Pretzsch et al., 2015)

Ces mesures de base de la couronne servent à estimer : **le diamètre de la couronne** (C_{dia} , en m) obtenu en multipliant par 2 la moyenne des quatre ou huit rayons de couronne ; **la surface de la couronne** (C_a , en m^2) calculée à partir de la surface projetée de quatre quarts d'ellipse ($\pi \times CC_{r_{NS}} \times CC_{r_{EW}}$), où $C_{r_{NS}}$ est la moyenne des rayons C_r nord et C_r sud et $C_{r_{EW}}$ est la

moyenne des rayons C_r est et C_r ouest ; et le **volume de la couronne** (C_v , en m^3) en supposant une forme de demi-ellipsoïde, calculé comme $\frac{1}{2} \times \frac{4}{3} \times CC_{aa} \times CC_{dia}$.

Les **mesures de la couronne** peuvent être effectuées lors du recensement initial d'une parcelle ou lors d'un recensement ultérieur (voir Phillips et al., 2016 pour les protocoles d'établissement et de recensement des parcelles). Les mesures de couronne peuvent être associées sur le terrain à des estimations de **hauteur d'arbre** (Banin et al., 2012 ; Feldpausch et al., 2011), d'**infestation par les lianes** (van der Heijden et al., 2010) et de **l'illumination de la couronne** (voir les protocoles RAINFOR). En général, les mesures de couronne sont effectuées pour évaluer l'allométrie des couronnes intactes. Ainsi, les mesures excluent les arbres présentant des dommages importants à la couronne.

Lorsque les mesures de couronne sont réalisées pour évaluer les **dommages aux couronnes** (par exemple dus à l'exploitation sélective), la **proportion de couronne perdue** doit être notée sur les fiches de terrain et lors du téléchargement des données sur *forestplots.net*. Le nombre de couronnes mesurées par site varie de **30 à 9000 arbres**, selon les sites et les études (Loubota Panzou et al., en révision). Une analyse du nombre de mesures de hauteur d'arbre nécessaires pour réduire l'incertitude dans les estimations de biomasse suggère un seuil conservateur d'environ **50 arbres par site**, incluant les dix arbres de plus grand diamètre (Sullivan et al., 2018). Un seuil similaire pourrait être appliqué pour les mesures de diamètre de couronne, en mesurant les mêmes arbres pour gagner du temps et pour évaluer l'allométrie entre la taille de la couronne, le diamètre du fût et la hauteur.

Les mesures du diamètre de la couronne peuvent être téléchargées sur *forestplots.net* en même temps que les données de recensement.

Les **dommages causés par les chutes de branches ou d'arbres**, le vent, les lianes et l'exploitation forestière, ainsi que la **croissance préférentielle vers les trouées de lumière**, peuvent entraîner un développement **asymétrique** des couronnes. Parfois, ces modifications peuvent conduire à des **valeurs négatives de rayons** par rapport au point central à la base du fût. La Figure 2 illustre un cas où la couronne est décalée latéralement par rapport au centre du tronc, entraînant un rayon négatif. Malgré ce rayon négatif, l'estimation globale du **diamètre de la couronne** reste correcte.

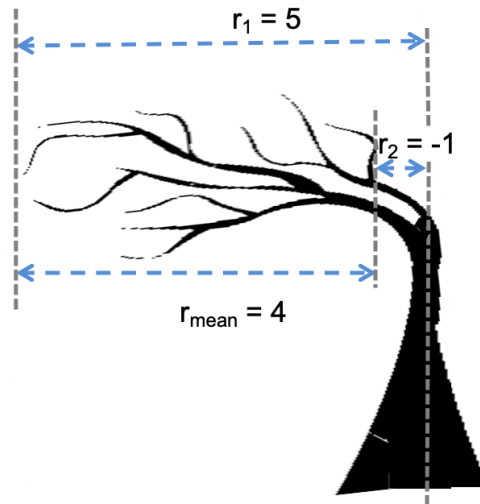


Figure 2. Source des valeurs négatives de rayons dans les mesures de couronne des arbres. Ici, la couronne est décalée latéralement par rapport au point central à la base du fût.

Conclusion

Des mesures standardisées sont nécessaires pour évaluer avec précision la variation de l'allométrie des couronnes à l'échelle mondiale. Ce protocole de mesure définit les principales variables, les approches de terrain et les calculs permettant d'évaluer les couronnes d'arbres à l'échelle globale. Un vaste jeu de données sur les dimensions des couronnes (profondeur, diamètre, surface et volume de la couronne) a été constitué en Afrique, en Amérique, en Asie et en Océanie (Loubota Panzou et al., en révision) et est disponible dans ForestPlots (www.forestplots.net). Cette plateforme permet l'archivage des données de couronnes d'arbres et met en relation les personnes intéressées par leur utilisation avec les auteurs principaux et les gestionnaires de données (ForestPlots project #44).

Références

- Banin, L., Feldpausch, T. R., Phillips, O. L., Baker, T. R., Lloyd, J., Affum-Baffoe, K., ...
Lewis, S. L. (2012). What controls tropical forest architecture? Testing environmental,
structural and floristic drivers. *Global Ecology and Biogeography*, 21(12), 1179–1190.
doi:10.1111/j.1466-8238.2012.00778.x
- Brienen, R.J.W., O.L. Phillips, T.R. Feldpausch, E. Gloor, T.R. Baker, et al. 2015. Long-term
decline of the Amazon carbon sink. *Nature* 519:344-348. Doi: 10.1038/nature14283.
- Feldpausch, T. R., Banin, L., Phillips, O. L., Baker, T. R., Lewis, S. L., Quesada, C., ...
Lloyd, J. (2011). Height-diameter allometry of tropical forest trees. *Biogeosciences*, 8(5),
1081–1106. doi:10.5194/bg-8-1081-2011
- Feldpausch, T. R., Lloyd, J., Lewis, S. L., Brienen, R. J. W., Gloor, M., Monteagudo Mendoza,
... Phillips, O. L. (2012). Tree height integrated into pantropical forest biomass estimates.
Biogeosciences, 9(8), 3381–3403. doi:10.5194/bg-9-3381-2012
- Godin, C., Costes, E., & Sinoquet, H. (1999). A Method for Describing Plant Architecture which
Integrates Topology and geometry. *Annals of Botany*, 84, 343–357.
- Hubau, W., S.L. Lewis, O.L. Phillips, K. Affum-Baffoe, H. Beeckman, A. et al. 2020.
Asynchronous carbon sink saturation in African and Amazonian tropical forests. *Nature*
579:80-87. Doi: 10.1038/s41586-020-2035-0.
- Loubouta Panzou, G.J., ... Feldpausch, T.R. Pantropical variability in tree crown allometry (in
review). *Global Ecology and Biogeography*.
- Phillips, O.L., T.R. Baker, T.R. Feldpausch, and R. Brienen. 2016. RAINFOR field manual for
plot establishment and remeasurement
(https://www.forestplots.net/upload/ManualsEnglish/RAINFOR_field_manual_EN.pdf).
<http://www.rainfor.org/>: 02-2016.
- Pretzsch, H., P. Biber, E. Uhl, J. Dahlhausen, T. Rötzer, et al. 2015. Crown size and growing
space requirement of common tree species in urban centres, parks, and forests. *Urban*



*Mesure des dimensions de la couronne des arbres de forêts tropicales – un manuel de terrain de
G.J. Loubota-Panzou & T.R. Feldpausch*

Forestry & Urban Greening 14:466-479. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.04.006>

Santiago, L. S., Goldstein, G., Meinzer, F. C., Fisher, J. B., Machado, K., Woodruff, D., & Jones, T. (2004). Leaf photosynthetic traits scale with hydraulic conductivity and wood density in Panamanian forest canopy trees. *Oecologia*, 140(4), 543–550. <https://doi.org/10.1007/s00442-004-1624-1>

Strigul, N., Pristinski, D., Purves, D., Dushoff, J., & Pacala, S. (2008). Scaling from Trees to Forests: Tractable Macroscopic Equations for Forest Dynamics. *Ecological Monographs*, 78(4), 523–545. <https://doi.org/10.1890/08-0082.1>

Sullivan, M.J.P., S.L. Lewis, W. Hubau, L. Qie, T.R. Baker, ... O.L. Phillips. 2018. Field methods for sampling tree height for tropical forest biomass estimation. *Methods in Ecology and Evolution* 9:1179-1189. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12962>.

van der Heijden, G. M. F., Feldpausch, T. R., Herrero, A. de la F., van der Velden, N. K., & Phillips, O. L. (2010). Calibrating the liana crown *occupancy index* in Amazonian forests. *Forest Ecology and Management*, 260(4), 549–555. doi:10.1016/j.foreco.2010.05.011