

RÉSUMÉ DE THÈSE /
ACADEMIC THESIS ABSTRACT / RESUMEN DE TESIS ACADÉMICA**50 years of woody vegetation dynamics in the Senegalese Sahel (Ferlo): foundations for a functional diversity approach**

Morgane Dendoncker

ABSTRACT

Although the resilience of woody vegetation in the Sahel has been regularly studied since the great drought of the 1970s-1980s, given the influence of this vegetation on ecosystem functioning and ecosystem services, understanding the response capacity of woody vegetation to different pressures (grazing, fire and drought) remains critical.

To understand how this vegetation copes with these pressures in the Sahelian silvo-pastoral zone of Senegal, we undertook to apply a functional diversity approach. Based on several datasets (field inventories, remote sensing data and functional traits), we built indicators at different spatial scales. First, we studied community dynamics from 1965 to 2018. Secondly, we classified species into functional groups according to their effect traits linked to primary productivity and biogeochemical cycles. Changes since 1970 in the diversity of responses of these functional groups in relation to the disturbances studied were investigated.

Remote sensing data show a decrease in the density of woody individuals until 2008, followed by stabilization (2008-2018). Historical inventories show changes in species composition, an increased ratio of bushes and a decline in the frequency of one quarter of species. Local topography strongly influences plant communities, which are dominated by a few minority species. Species and functional richness, adult and regeneration density and woody cover are all higher in lowland areas. Nevertheless, the lack of regeneration in many species is jeopardising their future.

The drought response in species whose abundance was stable from 1970 to 2015 differs from the response in declining species. The drought in the 1970s-1980s appears to have selected trait combinations that include a longer leafing period, vessels with a smaller area and shrub species. Furthermore, the diversity of responses in most of the functional groups has declined, indicating a loss of resilience of woody communities.

By cross-referencing data on species abundances with regeneration and the functional group they belong to, we determined a few key species to be protected to ensure the maintaining of ecosystem functions provided by woody vegetation in the silvo-pastoral system.

Keywords: drylands, woody vegetation, dynamics, regeneration, resilience, functional diversity, functional traits, Sahel.

Cinquante ans de dynamique de la végétation ligneuse dans le Sahel sénégalais (Ferlo) : bases pour une approche de la diversité fonctionnelle

RÉSUMÉ

La résilience de la végétation ligneuse sahélienne est régulièrement questionnée depuis la grande sécheresse de 1970-1980, vu l'influence de cette végétation sur le fonctionnement de l'écosystème et les services écosystémiques. Il reste crucial de pouvoir appréhender la capacité de réponse de cette végétation face à différentes pressions (pâturage, feu et sécheresse). Pour comprendre comment cette végétation résiste à ces pressions dans la zone sylvo-pastorale sahélienne du Sénégal, nous avons adopté une approche de diversité fonctionnelle. À partir de plusieurs jeux de données (inventaires de terrain, télédétection, traits fonctionnels), des indicateurs ont été construits à différentes échelles spatiales. Dans un premier temps, nous avons étudié l'évolution des communautés de 1965 à 2018. Nous avons ensuite classé les espèces en groupes fonctionnels selon leurs traits d'effets liés à la productivité primaire et aux cycles biogéochimiques. L'évolution de la diversité de réponse de ces groupes face aux perturbations étudiées a été analysée depuis les années 1970.

Les données de télédétection montrent une diminution dans la densité des ligneux jusqu'en 2008, suivie d'une stabilisation (2008-2018). Les inventaires historiques révèlent un changement dans la composition spécifique, une augmentation de la proportion de buissons et une diminution de la fréquence pour un quart des espèces. La topographie locale influence fortement les communautés, qui sont dominées par une minorité d'espèces. En effet, la richesse taxonomique et fonctionnelle, la densité des adultes et régénérations ainsi que le recouvrement sont plus élevés dans les dépressions. Néanmoins, l'absence de régénérations de nombreuses espèces rend leur futur incertain. Les espèces présentant une abondance stable entre 1970 et 2015 montrent une réponse à la sécheresse différente de celles en diminution. La grande sécheresse a sélectionné des combinaisons de traits comprenant une plus longue période de fructification, des vaisseaux conducteurs de plus petite surface, et des espèces arbustives. En outre, la diversité de réponse de la majorité des groupes fonctionnels a diminué, indiquant une perte de résilience des communautés.

En croisant les données d'abondance des espèces, leur régénération et leur appartenance à un groupe fonctionnel, nous avons déterminé quelques espèces clés à protéger pour assurer le maintien des fonctions écosystémiques rendues par la végétation ligneuse dans le système sylvo-pastoral.

Mots-clés : zones sèches, végétation ligneuse, dynamique, résilience, régénération, diversité fonctionnelle, traits fonctionnels, Sahel.

Cincuenta años de dinámica de la vegetación leñosa en el Sahel senegalés (Ferlo): bases para un enfoque de diversidad funcional

RESUMEN

La resiliencia de la vegetación leñosa saheliana se cuestiona regularmente desde la gran sequía de 1970-1980, dada la influencia de esta vegetación en el funcionamiento de los ecosistemas y en los servicios ecosistémicos. Sigue siendo crucial poder comprender la capacidad de respuesta de esta vegetación a diferentes presiones (pastoreo, fuego y sequía).

Para entender cómo esta vegetación resiste estas presiones en la zona silvopastoral saheliana del Senegal, adoptamos un enfoque de diversidad funcional. Utilizando varios conjuntos de datos (inventarios de campo, teledetección, rasgos funcionales), se construyeron indicadores a diferentes escalas espaciales. En un primer paso, estudiamos la evolución de las comunidades desde 1965 hasta 2018. A continuación, clasificamos las especies en grupos funcionales según sus rasgos de efecto relacionados con la productividad primaria y los ciclos biogeoquímicos. La evolución de la diversidad de respuestas de estos grupos frente a las perturbaciones estudiadas ha sido analizada desde los años 70.

Los datos de teledetección muestran una disminución de la densidad leñosa hasta 2008, seguida de una estabilización (2008-2018). Los inventarios históricos muestran un cambio en la composición de las especies, un aumento de la proporción de arbustos y una disminución de la frecuencia para el un cuarto de las especies. La topografía local influye mucho en las comunidades, que están dominadas por una minoría de especies. En efecto, la riqueza taxonómica y funcional, la densidad de adultos y de regeneraciones, así como la cobertura, son mayores en las depresiones. Sin embargo, la falta de regeneración de numerosas especies hace que su futuro sea incierto.

Las especies cuya abundancia se mantuvo estable entre 1970 y 2015 muestran una respuesta a la sequía diferente a la de las especies que están disminuyendo. La gran sequía seleccionó combinaciones de rasgos que incluyen un período de foliación más largo, vasos conductores de menor superficie y especies arbustivas. Además, la diversidad de respuestas de la mayoría de los grupos funcionales ha disminuido, lo que indica una pérdida de resiliencia de las comunidades.

Al cruzar los datos sobre la abundancia de las especies, su regeneración y su pertenencia a grupos funcionales, identificamos algunas especies clave que deben ser protegidas para garantizar el mantenimiento de las funciones ecosistémicas que proporciona la vegetación leñosa en el sistema silvopastoral.

Palabras clave: zonas áridas, vegetación leñosa, dinámica, regeneración, resiliencia, diversidad funcional, rasgos funcionales, Sahel.

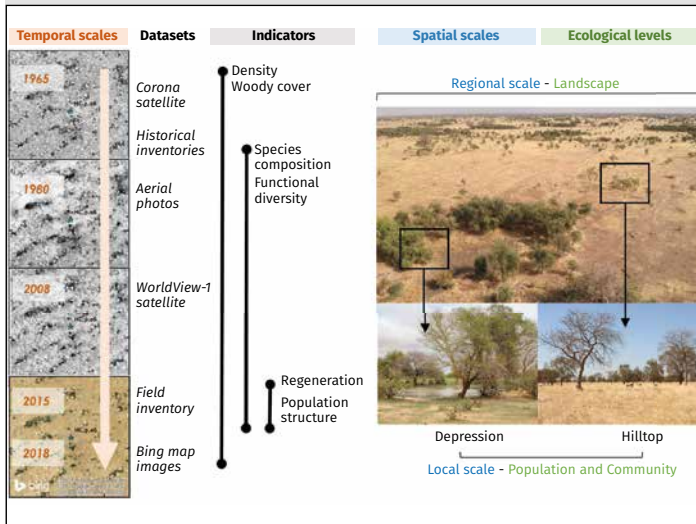


Doi : <https://doi.org/10.19182/bft2022.a36986>

Droit d'auteur © 2022, Bois et Forêts des Tropiques © Cirad
Date de publication : 1^{er} décembre 2022



Licence Creative Commons :
Attribution - Pas de Modification 4.0 International.
Attribution-4.0 International (CC BY 4.0)



Synoptic diagram.

Woody vegetation was studied at different temporal scales (1965 to 2018), different spatial scales (regional vs. local) and at different levels of ecological organisation (populations, communities and landscape). The datasets are linked to a period (except for functional trait data, which are not represented). Several indicators of vegetation status were constructed at these different scales. Density and cover were studied at local and regional scales, from 1965 to 2018, species composition and functional diversity from 1970 to 2015, and population structure and regeneration in 2015.

Photo credits, from top to bottom and from left to right: S. Taugourdeau (February 2019), M. Dendoncker (April 2015) and M. Dendoncker (August 2015).

Schéma synoptique.

La végétation ligneuse a été étudiée à différentes échelles temporelles (de 1965 à 2018), spatiales (régionale vs locale) et à différents niveaux d'organisation écologique (populations, communautés et paysage). Les jeux de données sont liés à une période (excepté pour les données de traits fonctionnels, non représentées). Plusieurs indicateurs de l'état de la végétation ont été construits à ces différentes échelles. La densité et le recouvrement ont été étudiés à l'échelle locale et régionale, de 1965 à 2018 ; la composition spécifique et la diversité fonctionnelle de 1970 à 2015 ; et la structure des populations et les régénérations en 2015.

Photographies de haut en bas, de gauche à droite : S. Taugourdeau (février 2019), M. Dendoncker (avril 2015) et M. Dendoncker (août 2015).

Diagrama sintético.

La vegetación leñosa se ha estudiado a diferentes escalas temporales (desde 1965 hasta 2018), espaciales (regional vs. local) y a diferentes niveles de organización ecológica (poblaciones, comunidades y paisaje). Los conjuntos de datos están vinculados a un periodo de tiempo (excepto los datos de rasgos funcionales, no representados). Se han elaborado varios indicadores del estado de la vegetación a estas diferentes escalas. Se estudiaron la densidad y la cobertura a escala local y regional desde 1965 hasta 2018; la composición de especies y la diversidad funcional desde 1970 hasta 2015, y la estructura de las poblaciones y las regeneraciones en 2015.

Fotografías de arriba a abajo, de izquierda a derecha: S. Taugourdeau (febrero de 2019), M. Dendoncker (abril de 2015) y M. Dendoncker (agosto de 2015).



Photo 1.

A specimen of *Vachellia nilotica* (L.) P. J. H. Hurter & Mabb in a hollow. In the sylvo-pastoral system studied (Ferlo, Senegal), large trees provide shade and fodder for cattle and help to regulate the water and carbon cycles.

Photo credit: C. Vincke (February 2019).

Photo 1.

Un individu de *Vachellia nilotica* (L.) P. J. H. Hurter & Mabb dans une dépression. Dans le système sylvopastoral du Ferlo (Sénégal), les grands arbres offrent de l'ombre, du fourrage pour le bétail, et participent, entre autres, à la régulation des cycles de l'eau et du carbone.

Photographie C. Vincke (février 2019).

Foto 1.

Un individuo de *Vachellia nilotica* (L.) P. J. H. Hurter & Mabb en una depresión. En el sistema silvopastoral del Ferlo (Senegal), los grandes árboles proporcionan sombra y forraje para el ganado y, entre otras cosas, ayudan a regular los ciclos del agua y del carbono.

Fotografía de C. Vincke (febrero de 2019).

Graduate and academic degree: doctorat en sciences agronomiques et ingénierie biologique

University: Université catholique de Louvain, Belgique

Date of defense: 08/10/2020.

Composition of the jury:

Direction:

Caroline Vincke (Directrice de thèse, Université catholique de Louvain *Earth and Life Institute*, Belgique)

Members:

Marnik Vanclooster (Président, Université catholique de Louvain, *Earth and Life Institute*, Belgique)

Charles De Cannière (Examineur, Université libre de Bruxelles, Belgique)

Pierre Defourny (Secrétaire et Examineur, Université catholique de Louvain, *Earth and Life Institute*, Belgique)

Alexandre Ickowicz (Examineur, Cirad, Umr Selmet, France)

Christian Messier (Examineur, Université du Québec à Montréal et Université du Québec en Outaouais, Canada)

Langage used for writing: English

To access to the manuscript:

<https://dial.uclouvain.be/pr/boreal/object/boreal:240625>

Funding: FSR (UCLouvain) et FRIA (F.R.S.-FNRS, Belgique)

Contact:

Postal address: Croix du Sud, 2, box L7.05.24

B-1348 Louvain-la-Neuve (Belgique)

e-mail address : morgane.dendoncker@uclouvain.be

or morgane.dendoncker@gmail.com

List of the published references

- Dendoncker M., Brandt M., Rasmussen K., Taugourdeau S., Fensholt R., Tucker J.C., Vincke C., 2020. 50 years of woody vegetation changes in the Ferlo (Senegal) assessed by high-resolution imagery and field surveys. *Regional Environmental Change*. <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01724-4>
- Dendoncker M., Vincke C., 2020. Low topographic positions enhance woody vegetation stability in the Ferlo (Senegalese Sahel). *Journal of Arid Environments*. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2019.104087>
- Dendoncker M., Taugourdeau S., Messier C., Vincke C., 2022. A functional trait-based approach to evaluate the resilience of key ecosystem functions of tropical savannas submitted to Forests, major revisions in progress.
- Dendoncker M., Vincke C., 2022. Inventory data of woody plants surveyed and measured in North Senegal (Ferlo) in 2015-2017. Dataset. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7041354>
- Brandt M., Tucker C.J., Kariryaa A., Rasmussen K., Abel C., Small J., Chave J., Rasmussen L. V., et al., 2020. An unexpectedly large count of trees in the West African Sahara and Sahel. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2824-5>
- Brandt M., Rasmussen K., Hiernaux P., Herrmann S., Tucker C.J., Tong X., et al., 2018. Reduction of tree cover in West African woodlands and promotion in semi-arid farmlands. *Nature Geoscience*. <https://doi.org/10.1038/s41561-018-0092-x>