

# Impact des gradients topographique et anthropique sur la diversité des formations ligneuses soudaniennes

Loyapin BONDÉ<sup>1</sup>  
Oumarou OUÉDRAOGO<sup>1</sup>  
François KAGAMBÈGA<sup>2</sup>  
Joseph I. BOUSSIM<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université de Ouagadougou  
Laboratoire de biologie  
et écologie végétales  
03BP 7021, Ouagadougou 03  
Burkina Faso

<sup>2</sup> Centre national de la recherche  
scientifique et technologique  
Département productions  
forestières  
03 BP 7047, Ouagadougou 03  
Burkina Faso



**Photo 1.**  
Plantations de *Jatropha curcas* dans une jeune jachère.  
Photo L. Bondé, Boni.

## RÉSUMÉ

### IMPACT DES GRADIENTS TOPOGRAPHIQUE ET ANTHROPIQUE SUR LA DIVERSITÉ DES FORMATIONS LIGNEUSES SOUDANIENNES

Le paysage soudanien est en pleine mutation avec une conversion progressive des formations soudaniennes en formations sahéliennes. Dans cette étude, menée sur les formations ligneuses soudaniennes, l'objectif était d'évaluer, d'une part, les effets isolés du mode d'utilisation des terres et de la position topographique et, d'autre part, celui de leurs interactions sur la diversité floristique des formations végétales. Pour ce faire, des relevés phytosociologiques de superficies variables ont été réalisés dans trois types d'unités d'utilisation des terres (forêt classée, jachère, champ) suivant un gradient topographique (glacis, bas-fond). L'effet de la topographie et du gradient d'utilisation des terres sur la diversité floristique a été évalué par une analyse de variance à deux facteurs. Les analyses statistiques ont montré que les formations protégées sont significativement plus diversifiées que celles des jachères et des champs. La grande diversité floristique observée dans les formations protégées s'explique par les mesures de protection qui y sont appliquées. Une forte similarité floristique est à noter entre les jachères et les champs, due à la réduction continue de la durée de jachère. Par ailleurs, indépendamment du mode d'utilisation des terres, les formations des glacis restent plus diversifiées que celles des bas-fonds car ces écosystèmes sont peu sélectifs et offrent des conditions édaphiques favorables à l'installation et au développement de plusieurs espèces. L'interaction entre les modes d'utilisation des terres et les unités topographiques n'influe pas sur la diversité floristique ligneuse soudanienne du fait que l'impact anthropique dans les différents habitats sur cette diversité n'est pas lié à la position topographique. Aussi les conditions topographiques déterminent-elles plus la diversité des formations ligneuses que le mode d'utilisation des terres dans ce site d'étude.

**Mots-clés:** déterminants floristiques, gradients, utilisations des terres, zone soudanienne.

## ABSTRACT

### IMPACT OF TOPOGRAPHIC AND ANTHROPIC GRADIENTS ON THE DIVERSITY OF SUDANIAN WOODLANDS

The Sudanian landscape is gradually changing as its woodland formations become more Sahelian. The aim of this study of Sudanian ligneous vegetation was to assess the isolated effects of land use and topographic position on the one hand, and the effects of their interactions on the diversity of plant formations on the other hand. To do so, phyto-sociological surveys were conducted in three types of land use units of varying extent (classified forest, fallow lands and fields) along a topographic gradient (glacis, valley). The effect of topography and of the land use gradient on plant diversity was assessed through two-way variance analyses. The statistical analyses showed that protected lands are significantly more diverse than fallow lands and fields. The high plant diversity observed in protected lands can be explained by the conservation measures applied there. There is a high degree of similarity between the vegetation in fallow lands and fields due to continually shortening fallow periods. Moreover, and independently from land use, plant formations established on glacis are more diverse than in valleys because these ecosystems are less selective and their soil conditions are favourable to the establishment and development of a range of species. The interaction between land use patterns and topographic units does not affect the diversity of Sudanian woody plants because human impacts in the different habitats on the diversity of woody vegetation are not related to topographic position. Topographic conditions thus have a more determining influence on the diversity of woody vegetation than on land use patterns in this study site.

**Keywords:** vegetation determinants, gradients, land use, Sudanian zone.

## RESUMEN

### IMPACTO DE LOS GRADIENTES TOPOGRÁFICO Y ANTRÓPICO SOBRE LA DIVERSIDAD DE FORMACIONES LEÑOSAS SUDANESAS

El paisaje sudanés se halla en plena mutación con una conversión progresiva de las formaciones sudanesas a formaciones sahelenses. Este estudio, realizado sobre las formaciones leñosas sudanesas, tenía por objetivo evaluar, por un lado, los efectos aislados del modo de uso de la tierra y de la posición topográfica y, por otro, sus interacciones sobre la diversidad florística de las formaciones vegetales. Para ello, se realizaron sondeos fitosociológicos de superficies variables en tres tipos de unidades de uso de la tierra (bosque clasificado, barbecho y campo) siguiendo un gradiente topográfico (talud y vaguada). Se evaluó el efecto de la topografía y del gradiente del uso de la tierra sobre la diversidad florística mediante un análisis de varianza de dos factores. Los análisis estadísticos mostraron que las formaciones protegidas están significativamente más diversificadas que las de barbechos y campos. La gran diversidad florística observada en las formaciones protegidas se explica por las medidas de protección que se aplican. Se observa una alta similitud florística entre barbechos y campos debido a la continua reducción de la duración del barbecho. Por otro lado, independientemente del modo de uso de la tierra, las formaciones sobre taludes están más diversificadas que las de vaguadas al ser estos ecosistemas poco selectivos y ofrecer condiciones edáficas favorables para la instalación y el desarrollo de varias especies. La interacción entre los modos de uso de la tierra y las unidades topográficas no influye en la diversidad florística leñosa sudanesa debido a que el impacto antrópico en los distintos hábitats sobre esta diversidad no está vinculado a la posición topográfica. Así pues, en este sitio de estudio, las condiciones topográficas determinan más la diversidad de las formaciones leñosas que el modo de uso de la tierra.

**Palabras clave:** determinantes florísticos, gradientes, uso de la tierra, zona sudanesa.

## Introduction

La végétation du domaine phytogéographique soudanien du Burkina Faso est caractérisée par des formations de savanes parcourues annuellement par les feux, des galeries forestières rencontrées spécifiquement le long des cours d'eau et aussi des îlots forestiers qui souvent sont des bois sacrés conservés spécialement par les populations (FONTES, GUINKO, 1995 ; SAMBARE *et al.*, 2011). Cependant, les données actuelles sur les précipitations, le mode d'utilisation des terres, la distribution géographique des espèces et la composition floristique montrent une sahélistation du domaine soudanien (WITTIG *et al.*, 2007). Selon ces auteurs, en considérant les précipitations récentes, les changements du couvert végétal (flore et aire de distribution des espèces sahélistes), le domaine soudanien présente de plus en plus un caractère sahéliste. L'action anthropique joue un plus grand rôle dans la sahélistation du domaine soudanien que le changement climatique. Les pressions anthropiques sont très fortes et provoquent des dégradations continues des formations soudanaises. En effet, le domaine soudanien bénéficiant de meilleures conditions pluviométriques pour les activités agricoles subit non seulement la pression du pâturage mais surtout celle de l'agriculture. La croissance démographique entraîne une forte extension des champs cultivés au détriment des parcours naturels et les formations naturelles sont essentiellement limitées aux zones incultivables ou protégées (FOURNIER *et al.*, 2001). Le mode d'utilisation des terres façonne continuellement le domaine soudanien, si bien qu'actuellement les formations végétales y sont essentiellement réparties en trois principaux types d'utilisation des terres, à savoir les espaces protégés et les agro-systèmes constitués par les jachères et les champs.

La conversion de la végétation naturelle en terres agricoles constitue une des menaces les plus importantes pour la biodiversité. La perte des habitats a atteint des proportions inquiétantes et il devient impérieux d'analyser les effets de ces changements (WEGMANN *et al.*, 2010). Pour évaluer l'impact anthropique sur la diversité floristique de la végétation ligneuse soudanienne, des études comparées entre aires protégées et zones communales ont été réalisées (WITTIG *et al.*, 2007 ; DEVINEAU, 2010 ; DEVINEAU *et al.*, 2010 ; NACOULMA *et al.*, 2011). Ces travaux ont été essentiellement focalisés sur une comparaison globale des zones mais l'influence de l'utilisation des terres sur la

diversité ligneuse n'a pas été clairement appréciée. L'étude globale de la zone communale cache certains détails sur la diversité des formations. Dans un contexte d'accroissement des superficies cultivées et de recul des jachères, il est alors nécessaire d'étudier la diversité floristique suivant un gradient de mode d'utilisation des terres (espace protégé, jachères et champs) pour mieux apprécier l'action anthropique sur la diversité ligneuse soudanienne. Outre l'action anthropique, la topographie est l'un des principaux facteurs déterminant la diversité des communautés végétales à l'échelle stationnelle où les conditions climatiques sont homogènes (OUÉDRAOGO *et al.*, 2008). Cependant, il n'existe pratiquement aucune étude dans le domaine soudanien sur l'impact de l'interaction du mode d'utilisation des terres et de la position topographique sur la diversité ligneuse. Il semble de ce fait nécessaire d'intégrer le facteur topographie dans cette étude pour mieux appréhender la variabilité de la diversité floristique au plan local afin de fournir aux décideurs des informations indispensables pour la conservation et l'utilisation durables des ressources végétales. L'objectif de cette étude est de déterminer, d'une part, les effets isolés du mode d'utilisation des terres et de la position topographique et, d'autre part, celui de leurs interactions sur la diversité floristique des formations végétales. L'hypothèse de recherche sous-tendant cette étude envisage que le mode d'utilisation des terres influence significativement la diversité floristique ligneuse, davantage que les conditions topographiques.



**Photo 2.**  
Forêt classée (à droite) empiétée par un champ de coton (à gauche).  
Photo L. Bondé, Boni.

## Milieu d'étude

Le site d'étude est situé dans le département de Boni, une des principales zones cotonnières du Burkina Faso (DEVINEAU *et al.*, 2010), plus précisément dans le domaine phytogéographique soudanien, entre les latitudes 11° 21' et 11° 39' Nord et les longitudes 3° 29' et 3° 16' Ouest (figure 1). Il bénéficie d'un climat soudanien caractérisé par une saison pluvieuse variant entre 5 à 6 mois et une saison sèche qui dure généralement moins de 6 mois, avec des précipitations annuelles pouvant atteindre ou même dépasser 1 100 mm (DIPAMA, 2010). Les données climatiques couvrant la période de 2001 à 2010 situent la moyenne annuelle de pluviosité du site d'étude à  $886 \pm 145$  mm et la température moyenne annuelle à  $29 \pm 2,6$  °C. Deux grands ensembles s'y distinguent au plan géomorphologiquement : un relief résiduel marqué par des collines, des buttes rocheuses et des plateaux cuirassés, et un bassin sédimentaire qui s'organise autour du relief résiduel. Il s'agit des glacis plus ou moins longs, à pente douce. Ces glacis sont entaillés par des rivières et des bas-fonds.

Le milieu étudié compte deux forêts classées (la forêt classée de Bansié et la forêt classée de Bahoun) qui sont des aires protégées. Celle de Bahoun couvrant 570 hectares a fait l'objet de relevés floristiques dans le cas de cette étude. La végétation de cet espace protégé est constituée en

grande partie de formations savaniques (savanes arbustives, arborées et boisées) parsemées de quelques forêts claires avec *des espèces ligneuses dominantes telles que Terminalia macroptera, Detarium microcarpum, Combretum nigricans, Daniellia oliver, Terminalia laxiflora, Vitellaria paradoxa, Anogeissus leiocarpa, Crossopteryx febrifuga, Pterocarpus erinaceus, Burkea africana, Terminalia avicenioides, Lannea acida et Entada africana* (BONDÉ, 2012 ; tableau I). À ces différentes formations protégées s'ajoutent les formations des agrosystèmes et des zones incultivables (collines, buttes et plateaux cuirassés). Dans le site d'étude, il existe également des plantations industrielles de *Jatropha curcas* L. pour la production de biocarburant. Ces plantations ont été d'abord réalisées sur les terrains impropres à l'agriculture (plateaux cuirassés et versants de collines) ; mais étant donné que les pieds plantés par les paysans sur des sols plus fertiles donnent de meilleurs rendements, les promoteurs du biocarburant ont acquis à leur profit des jachères auprès des paysans (photo 1). L'occupation des jachères et des zones incultivables pour ces plantations entraînant la réduction des pâturages, amplifie ainsi l'impact humain sur la diversité et la dynamique de la végétation.

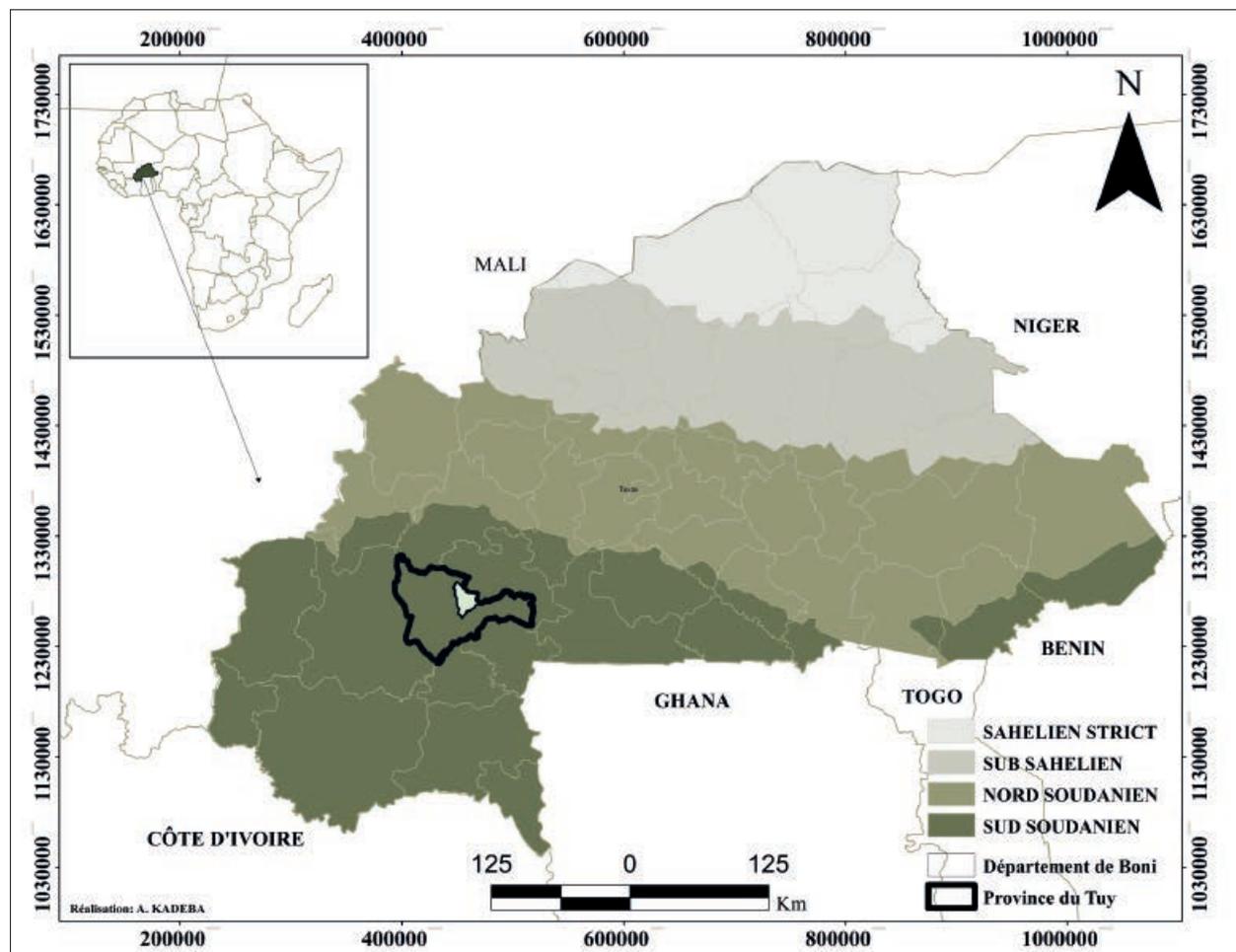


Figure 1.  
Carte de localisation de la zone d'étude.

## Méthodologie

### Collecte de données floristiques

L'objectif étant d'évaluer l'influence du mode d'utilisation des terres et de la topographie sur la diversité floristique des formations, les relevés phytosociologiques ont été effectués dans différents modes d'utilisation des terres suivant un gradient topographique. Trois modes d'utilisation des terres ont été considérés, à savoir la forêt classée de Bahoun, les jachères et les champs.

- La forêt classée de Bahoun, zone où les activités anthropiques, notamment les coupes de bois, les défrichages pour l'installation des champs, et le pâturage, sont légalement proscrites selon le code forestier du Burkina Faso. Cette forêt se distingue des deux autres unités par l'existence de limites physiques matérialisées par des bornes forestières et par sa végétation qui est plus dense (photo 2).
- Les jachères, espaces expressément mis en repos par les paysans afin de restaurer leur fertilité. Leur repérage a souvent été facilité par les indications des usagers. Les formations de jachère ont un tapis herbacé continu, sont plus denses et plus riches en espèces ligneuses que les champs. Aussi les jachères se distinguent-elles par des reliques d'arbres et d'arbustes qui portent parfois des traces d'anciennes coupes. Elles sont parcourues par les troupeaux car elles constituent d'excellents pâturages.
- Les champs, souvent contigus à la forêt classée empiètent parfois légèrement les limites de celle-ci (photo 2). Ils se caractérisent par un paysage typique de cultures piquetées d'arbres ou d'arbustes. Les arbres sont souvent des espèces utilitaires telles que *Vitellaria paradoxa* et *Parkia biglobosa*, protégées par les paysans et formant des parcs essentiellement dominés par de gros individus. Le tapis herbacé des champs est en général discontinu à cause des sarclages.

Les unités topographiques considérées sont des glacis légèrement pentus et des bas-fonds inondables à pente nulle.

Dans les jachères et la forêt classée, la surface individuelle des relevés floristiques était de 900 m<sup>2</sup>. Cette superficie a été retenue en référence à des travaux antérieurs dans la zone soudanienne (NACOLMA *et al.*, 2011). Par contre, dans les champs, cette surface était de 2 500 m<sup>2</sup> conformément aux travaux d'AUGUSSEAU *et al.* (2005), menés sur la biodiversité des arbres dans les agrosystèmes du Sud-Ouest du Burkina Faso. Au total, 60 relevés ont été réalisés, dont 20 relevés par mode d'utilisation des terres, lesquels sont répartis en deux ensembles de 10 relevés par unité topographique. Pour chaque relevé, les conditions stationnelles (sol, type de formation végétale, taux de recouvrement des ligneux) ont été notées en plus de la liste exhaustive des espèces ligneuses présentes. Le taux de recouvrement de chaque espèce dans un relevé a été estimé à partir de la projection verticale au sol de la surface du houppier des individus. Chaque espèce a été affectée d'un coefficient d'abondance-dominance. L'échelle d'abondance-dominance appliquée est celle de Braun-Blanquet classiquement utilisée dans les études phytosociologiques. La nomenclature adoptée est celle de APG III (2009).

### Analyse et traitement des données floristiques

Les paramètres d'étude de la diversité des communautés végétales les plus utilisés sont : la richesse spécifique totale (RS), la richesse spécifique moyenne par relevé (RSM), l'indice de Shannon (H) et l'indice de Piérou (E) (GNOUMOU *et al.*, 2011 ; SAMBARE *et al.*, 2011). Ces différents indices de diversité ont permis, d'une part, de comparer entre elles les formations des trois modes d'utilisation des terres et, d'autre part, d'analyser la diversité des unités topographiques selon le mode d'utilisation. La richesse spécifique est estimée par le nombre total d'espèces recensées dans un milieu. Ainsi, elle désigne le nombre de taxons qui se trouvent dans un milieu, sans juger de leur fréquence ou de leur abondance. Par conséquent, elle est insuffisante pour comparer la diversité des communautés. De ce fait, l'indice de diversité de Shannon et l'indice d'équitabilité de Piérou sont largement utilisés pour caractériser la diversité floristique des milieux. Ils considèrent à la fois l'abondance relative des espèces et la richesse spécifique totale. L'indice de diversité de Shannon permet de quantifier l'hétérogénéité de la diversité spécifique d'un milieu, tandis que l'indice d'équitabilité de Piérou évalue l'équirépartition de tous les individus entre toutes les espèces du milieu.

Le logiciel Canoco pour Windows 4.5 a servi pour le calcul du nombre d'espèces par relevé, de l'indice de Shannon et de l'équitabilité de Piérou. Avant d'importer les données sur le logiciel, les coefficients d'abondance-dominance ont été remplacés par leurs recouvrements moyens. Pour apprécier l'influence du mode d'utilisation des terres, de la topographie, et l'interaction de ces deux facteurs sur la diversité floristique des formations, les différents indices calculés ont fait l'objet d'une analyse de variance (Anova) à deux facteurs. Les modes d'utilisation des terres et les unités topographiques ont été traités comme des facteurs catégoriels fixes et les différents indices comme variables mesurées. La probabilité P de significativité a été calculée par l'application du test *t* de Student au seuil de 5 % pour la catégorisation des moyennes (Anova à une voie). Ces analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel JMP 9.0.0 ([www.jmp.com](http://www.jmp.com)).

## Résultats

### Diversité floristique ligneuse et mode d'utilisation des terres

La comparaison de la diversité floristique entre les trois modes d'utilisation des terres montre une plus forte richesse spécifique dans la forêt classée et une plus faible au niveau des jachères. La flore de la forêt classée est constituée de 82 espèces réparties entre 63 genres et 25 familles, et celle des jachères compte 75 espèces réparties en 56 genres et 23 familles. Dans les champs, le cortège floristique est composé de 76 espèces réparties en 57 genres et 25 familles (tableau I). Parmi les espèces inventoriées, certaines sont exclusivement confinées à un seul mode d'utilisation des terres. *Acacia erythrocalyx*, *Allophalus africanus*, *Gardenia aquala*, *Grewia bicolor*, *Landolphia heudelotii*, *Pseudocedrela kotschyi*, *Strychnos innocua* et *Syzygium guineense* sont pré-

**Tableau I.**

Diversité et taux de recouvrement moyen des espèces par relevé suivant le mode d'utilisation des terres.

Indice de diversité		Forêt classée	Jachères	Champs
		Richesse spécifique totale (RS)	82	75
Richesse spécifique moyenne par relevé (RSM)		31,35 ± 9,34a	24,10 ± 9,68b	23,7 ± 10,55b
Diversité moyenne de Shannon (H)		2,13 ± 0,53a	1,76 ± 0,76b	1,71 ± 0,77b
Équitabilité moyenne (E)		0,62 ± 0,11a	0,55 ± 0,19a	0,54 ± 0,18a

Familles	Espèces	Taux de recouvrement (%)		
		Forêt classée	Jachères	Champs
Fabaceae	<i>Acacia dudgeoni</i> Craib ex Hall	0,5	6,55	0,5
Fabaceae	<i>Acacia erythrocalyx</i> Brenan	0,5	-	-
Fabaceae	<i>Acacia macrostachya</i> Reichend. ex DC.	0,75	0,92	0,92
Fabaceae	<i>Acacia polyacantha</i> Willd. subsp.	-	87,5	20
Fabaceae	<i>Acacia sieberiana</i> DC.	0,5	0,71	0,5
Fabaceae	<i>Azelia africana</i> Smith ex Pers.	7,75	0,5	-
Sapindaceae	<i>Allophalus africanus</i> P. Beauv.	0,5	-	-
Annonaceae	<i>Annona senegalensis</i> Pers.	0,76	1,38	0,5
Combretaceae	<i>Anogeissus leiocarpa</i> (DC.) Guill. et Perr.	10,83	2,43	0,5
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	0,5	0,5	0,5
Balanitaceae	<i>Balanites aegyptiaca</i> (L) Del.	0,5	0,5	0,5
Fabaceae	<i>Berlinia grandiflora</i> (Vahl) Hutch. et Dalz.	-	-	0,5
Malvaceae	<i>Bombax costatum</i> Pellegr. et Vuillet	0,5	-	0,5
Euphorbiaceae	<i>Bridelia ferruginea</i> Benth.	4,13	0,5	0,5
Euphorbiaceae	<i>Bridelia micrantha</i> (Hochst.) Baill.	4,13	0,5	0,5
Euphorbiaceae	<i>Bridelia scleroneura</i> Müll. Arg.	0,97	0,5	0,5
Fabaceae	<i>Burkea africana</i> Hook. f.	11,72	0,5	5,25
Brassicaceae	<i>Capparis sepiaria</i> L.	-	0,5	0,5
Fabaceae	<i>Cassia sieberiana</i> DC.	1,06	1,21	0,66
Combretaceae	<i>Combretum collinum</i> Fresen.	0,5	0,5	0,5
Combretaceae	<i>Combretum fragrans</i> F. Hoffm	-	0,5	0,5
Combretaceae	<i>Combretum glutinosum</i> Perr. ex DC.	0,86	1,33	0,5
Combretaceae	<i>Combretum molle</i> R. Br ex G. Don	0,78	0,5	0,5
Combretaceae	<i>Combretum nigricans</i> Lepr. ex Guill. et Perr.	3,14	0,5	0,5
Boraginaceae	<i>Cordia sinensis</i> Lam.	-	-	0,5
Rubiaceae	<i>Crossopteryx febrifuga</i> (Afzel. ex G. Don) Benth.	3,3	0,5	1,75
Fabaceae	<i>Daniellia oliveri</i> (Rolfe) Hutch. et Dalz.	5,24	2,54	1,5
Fabaceae	<i>Detarium microcarpum</i> Guill. et Perr.	3,94	7,5	0,5
Fabaceae	<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight et Arn.	0,5	0,94	0,5
Ebenaceae	<i>Diospyros mespiliformis</i> Hochst. ex A. Rich.	0,5	1,64	0,5
Fabaceae	<i>Entada abyssinica</i> Steud. ex A. Rich.	0,5	1,33	0,5
Fabaceae	<i>Entada africana</i> Guill. et Perr.	0,75	2,17	0,5
Fabaceae	<i>Erythrina senegalensis</i> DC.	0,5	0,5	0,5
Fabaceae	<i>Faidherbia albida</i> (Del.) Chev.	-	0,5	0,5
Rubiaceae	<i>Feretia apodanthera</i> Del.	0,68	0,5	0,5
Moraceae	<i>Ficus sur</i> Forssk.	0,5	0,5	0,5
Moraceae	<i>Ficus sycomorus</i> subsp.	0,5	1,33	0,5
Euphorbiaceae	<i>Flueggea virosa</i> (Roxb. ex Willd.) Voigt	0,5	1,79	0,5
Rubiaceae	<i>Gardenia aquala</i> Stapf et Hutch.	0,5	-	-
Rubiaceae	<i>Gardenia erubescens</i> Stapf et Hutch.	0,75	0,5	0,5
Rubiaceae	<i>Gardenia ternifolia</i> Schumach. et Thonn.	0,95	0,5	0,5
Malvaceae	<i>Grewia bicolor</i> Juss.	0,5	-	-
Malvaceae	<i>Grewia lasiodiscus</i> K. Schum.	1,44	0,5	0,5
Combretaceae	<i>Guiera senegalensis</i> J.F. Gmel.	0,5	1,21	0,5
Apocynaceae	<i>Gymnema sylvestre</i> (Retz.) Schultes	0,5	0,5	0,5
Annonaceae	<i>Hexalobus monopetalus</i> (A. Rich.) Engl. et Diels	0,5	0,5	0,5

Tableau I (suite).

Familles	Espèces	Taux de recouvrement (%)		
		Forêt classée	Jachères	Champs
Hymenocardiaceae	<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	0,5	-	0,5
Fabaceae	<i>Isoberlinia doka</i> Craib et Stapf	2,17	48,33	0,5
Meliaceae	<i>Khaya senegalensis</i> (Desr.) A. Juss.	1,21	0,5	0,5
Apocynaceae	<i>Landolphia heudelotii</i> A. DC.	0,5	-	-
Anacardiaceae	<i>Lannea acida</i> A. Rich.	2,88	1,13	1,33
Anacardiaceae	<i>Lannea microcarpa</i> Engl. et K. Krause	8,4	2,65	1,33
Anacardiaceae	<i>Lannea velutina</i> A. Rich.	1,5	1	0,5
Fabaceae	<i>Lonchocarpus cyanescens</i> Guill. et Perr.	0,5	-	0,5
Ochnaceae	<i>Lophira lanceolata</i> Van Tiegh. ex Keay	-	0,5	-
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> L.	0,5	-	0,5
Celastraceae	<i>Maytenus senegalensis</i> (Lam.) Exell	0,5	0,5	0,5
Rubiaceae	<i>Mitragyna inermis</i> (Willd.) Kuntze	0,5	1,13	-
Opiliaceae	<i>Opilia celtidifolia</i> (Guill. et Perr.) Endl. ex Walp.	0,5	-	0,5
Anacardiaceae	<i>Ozoroa insignis</i> Del.	0,5	0,5	0,5
Chrysobalanaceae	<i>Parinari congensis</i> F. Didr.	-	0,5	0,5
Chrysobalanaceae	<i>Parinari curatellifolia</i> Planch. ex Benth.	10,25	0,5	-
Fabaceae	<i>Parkia biblogosa</i> (Jacq.) R. Br. ex G. Don	1,97	4,19	3,19
Fabaceae	<i>Pericopsis laxiflora</i> (Benth.) van Meeuwen	1,75	3,19	1,21
Fabaceae	<i>Piliostigma reticulatum</i> (DC.) Hochst.	0,78	0,73	0,5
Fabaceae	<i>Piliostigma thonningii</i> (Schumach.) Milne-Redh.	5,13	5	0,92
Fabaceae	<i>Prosopis africana</i> (Guill. et Perr.) Taub.	0,5	0,5	1,13
Meliaceae	<i>Pseudocedrela kotschyi</i> (Schweinf.) Harms	1,75	-	-
Combretaceae	<i>Pteleopsis suberosa</i> Engl. et Diels	0,73	0,5	0,5
Fabaceae	<i>Pterocarpus erinaceus</i> Poir.	4,75	1,71	0,88
Apocynaceae	<i>Saba senegalensis</i> (A. DC.) Pichon	0,92	0,5	0,5
Rubiaceae	<i>Sarcocephalus latifolius</i> (Smith) Bruce	1,89	0,5	0,81
Polygalaceae	<i>Securidaca longepedunculata</i> Fres.	0,5	0,5	0,5
Fabaceae	<i>Senna singueana</i> (Del.) Lock	0,5	0,5	0,5
Malvaceae	<i>Sterculia setigera</i> Del.	1,33	0,5	-
Bignoniaceae	<i>Stereospermum kunthianum</i> Cham.	0,5	0,5	0,5
Loganiaceae	<i>Strychnos innocua</i> Del.	0,5	-	-
Loganiaceae	<i>Strychnos spinosa</i> Lam.	1	0,5	0,5
Myrtaceae	<i>Syzygium guineense</i> (Willd.) DC.	0,5	-	-
Fabaceae	<i>Tamarindus indica</i> L.	0,5	0,5	1
Combretaceae	<i>Terminalia avicennioides</i> Guill. et Perr.	5,94	0,5	1,18
Combretaceae	<i>Terminalia laxiflora</i> Engl.	8,36	0,68	1,18
Combretaceae	<i>Terminalia macroptera</i> Guill. et Perr.	26,58	23,21	0,78
Combretaceae	<i>Terminalia mollis</i> Laws.	-	0,5	-
Meliaceae	<i>Trichilia emetica</i> Vahl	1	0,5	0,5
Sapotaceae	<i>Vitellaria paradoxa</i> Gaertn. f.	4,91	13,08	23,84
Verbenaceae	<i>Vitex doniana</i> Sweet	0,5	-	0,5
Verbenaceae	<i>Vitex simplicifolia</i> Oliv.	0,5	0,5	0,5
Fabaceae	<i>Xeroderris stuhlmannii</i> (Taub.) Mendonça et E.P. Sousa	0,5	0,5	-
Olacaceae	<i>Ximenia americana</i> L.	2	0,5	0,5
Rhamnaceae	<i>Ziziphus mucronata</i> Willd.	0,5	0,5	0,5

Pour les valeurs d'indice de diversité, les niveaux non connectés par la même lettre sont significativement différents au seuil de  $P < 5\%$ .

sentes uniquement dans la forêt classée de Bahoun. Par ailleurs, dans les jachères et les champs, il y a moins d'espèces exclusives. *Lophira lanceolata* et *Terminalia mollis* restent exclusives aux jachères tandis que *Berlinia grandiflora* et *Cordia sinensis* le sont aux champs (tableau I).

L'analyse de la variance des indices de diversité montre un effet significatif du mode d'utilisation des terres sur la

diversité ligneuse (tableau II). Les richesses spécifiques moyennes et les indices de Shannon de la formation protégée (forêt classée) sont significativement plus élevés que ceux des formations anthropisées (jachères et champs). Il n'existe cependant pas de différence significative entre la diversité ligneuse des jachères et celle des champs (tableau I). Par ailleurs, aucune différence n'est observée entre les

**Tableau II.**

Variances de la diversité en fonction du mode d'utilisation des terres, des unités topographiques et de leur interaction.

	RSM			H			E		
	dl	F	P	dl	F	P	dl	F	P
UT	1	97,67	< 0,0001*	1	76,82	< 0,0001*	1	44,15	< 0,0001*
MUT	2	10,59	0,0001*	2	4,98	0,0104*	2	2,16	0,1257
UT x MUT	5	29,03	0,6744	2	1,18	0,3154	2	1,64	0,2034

Les valeurs de P qui sont suivies d'un astérisque indiquent une différence significative entre elles (P < 0,05).  
 MUT : mode d'utilisation des terres ; UT : unités topographiques ; dl : degrés de liberté ;  
 RS : richesse spécifique ; RSM : richesse spécifique moyenne ; H : indice de Shannon ; E : indice de Piéou.

**Tableau III.**

Diversité floristique dans les glacis et bas-fonds suivant les modes d'utilisation des terres.

	Forêt classée		Jachères		Champs	
	Glacis	Bas-fonds	Glacis	Bas-fonds	Glacis	Bas-fonds
RS	73	57	63	55	67	55
RSM	39 ± 4,03a	23,7 ± 6,15b	31 ± 5,85a	17,2 ± 7,21b	32 ± 5,62a	14,8 ± 6,48b
H	2,51 ± 0,27a	1,75 ± 0,44b	2,32 ± 0,33a	1,19 ± 0,61b	2,3 ± 0,47a	1,17 ± 0,40b
E	0,69 ± 0,08a	0,56 ± 0,11b	0,68 ± 0,10b	0,42 ± 0,15b	0,67 ± 0,12a	0,45 ± 0,12b

Les niveaux non connectés par la même lettre sont significativement différents au seuil de 5 %.  
 RS : richesse spécifique ; RSM : richesse spécifique moyenne ; H : indice de Shannon ; E : indice de Piéou.

### Interaction du mode d'utilisation des terres et de la topographie sur la diversité ligneuse

trois modes d'utilisation des terres s'agissant des valeurs de l'indice d'équitabilité de Piéou (tableau I). Les valeurs de cet indice indiquent une répartition assez régulière des espèces au sein de chaque milieu (tableau I).

#### Diversité floristique ligneuse et topographie

Les résultats de l'analyse de la variance des indices de diversité montrent que la position topographique influence fortement la diversité floristique des formations soudanaises quel que soit le mode d'utilisation des terres considéré (tableau II). Une variation des paramètres de diversité est donc observable d'une unité topographique à l'autre. Ainsi, dans chaque mode d'occupation des terres, les formations des glacis à sols sableux et gravillonnaires renferment plus d'espèces que celles des bas-fonds où les sols sont argilo-limoneux à argileux. Par ailleurs, en termes de nombre moyen d'espèces par relevé, d'indice de Shannon et d'indice d'équité, les formations des glacis sont nettement plus diversifiées et significativement différentes de celles des bas-fonds (tableau III). Les valeurs de l'indice d'équitabilité de Piéou montrent qu'un nombre restreint d'espèces imprime leur physionomie dans les formations de bas-fonds. En revanche, sur les glacis, plusieurs espèces participent à la physionomie d'ensemble des formations.

L'analyse de variance à deux facteurs indique que le nombre moyen d'espèces par relevé, l'indice de diversité de Shannon et celui d'équitabilité de Piéou varient significativement en fonction, d'une part, de la position topographique et, d'autre part, du mode d'utilisation des terres. Par contre, l'interaction entre mode d'utilisation des terres et unité topographique est non significative sur la diversité ligneuse en considérant les trois indices calculés (tableau II).

## Discussion

### Diversité ligneuse et mode d'utilisation des terres

La diversité floristique ligneuse des formations soudanaises est déterminée par un gradient environnemental sous-tendu par le mode d'utilisation des terres. Les résultats obtenus dans cette étude montrent que la végétation ligneuse de la forêt classée est significativement plus diversifiée que celle des jachères ou des champs. La forte richesse spécifique observée dans la forêt classée et les valeurs élevées des autres indices de diversité seraient liées à l'effet de la protection, car les activités anthropiques sur la végétation ligneuse y sont négligeables. En effet, dans le domaine soudanais, l'influence anthropique à l'intérieur

des espaces protégés est beaucoup plus accentuée sur la végétation herbacée que sur la végétation ligneuse. La biomasse de la quasi-totalité des espèces herbacées y est systématiquement pâturée malgré les restrictions d'accès et d'exploitation imposées par le code forestier du Burkina Faso. En revanche, les coupes frauduleuses du bois vert pour les besoins tels que la construction, l'énergie et l'exploitation des espèces ligneuses comme fourrage portent sur des espèces précises, si bien que les activités illégales dans les espaces protégés, observées particulièrement dans la forêt classée de Bahoun, ne sont actuellement pas assez importantes pour provoquer une baisse de la diversité floristique des ligneux, comparativement aux agrosystèmes.

Les formations protégées, soustraites à la forte pression anthropique (surpâturage et surexploitation du bois), bénéficient de conditions favorables à l'installation et au développement de plusieurs espèces. Toutefois, les résultats révèlent une répartition plus ou moins équilibrée et homogène des espèces pour chacun des trois modes d'occupation des terres selon les valeurs de l'indice de Piélou. Cela s'expliquerait par le fait que les conditions écologiques dans la forêt classée sont favorables au développement des individus des différentes espèces. Par contre, cette équirépartition des individus des différentes espèces dans les formations anthropisées serait liée à l'impact agricole. En effet, sur les espaces agricoles, le système de culture basé sur la rotation jachère-culture et la pratique de l'agroforesterie favorisent le maintien des espèces utiles avec des proportions presque similaires, notamment celles à fruits comestibles comme *Vitellaria pardoza*, *Parkia biglobosa*, *Lannea microcarpa*, *Diospyros mespiliformis* (DEVINEAU, 2010 ; NACOULMA *et al.*, 2011). Par ailleurs, l'adaptation de certains arbustes tels que *Combretum glutinosum*, *Piliostigma reticulatum* et *Piliostigma thonningii* aux cycles culturaux favorise également leur maintien dans les espaces soumis à l'agriculture (NACOULMA *et al.*, 2011).

Les défrichements combinés à l'exploitation presque abusive des espèces conduisent à la réduction de la richesse spécifique dans les zones anthropisées. Dans les champs, l'effet du défrichement serait le plus significatif et perceptible sur la richesse spécifique. Par contre, dans les jachères, c'est l'effet conjugué du feu, dont l'intensité est plus significative que dans les champs (DEVINEAU *et al.*, 2010), des prélèvements des espèces et du pâturage qui explique leur faible diversité par rapport à la forêt classée. OUÉDRAOGO (2004) a montré que *Pterocarpus erinaceus*, *Bombax costatum*, *Burkea africana* sont les espèces les plus utilisées dans le département de Boni au regard de leur importance socio-économique. Pendant la saison sèche, les éleveurs émondent les espèces ligneuses fourragères comme *Pterocarpus erinaceus*, *Khaya senegalensis* et *Vitex doniana* etc. pour satisfaire les besoins du bétail. Par conséquent, plusieurs espèces sont menacées de disparition et sont devenues très

rare dans les zones anthropisées. Les espèces absentes dans les formations anthropisées (tableau I) n'ont pas été citées par OUÉDRAOGO (2004) comme espèces utilitaires, par conséquent leur disparition serait certainement liée aux défrichements passés et actuels.

La reproduction des espèces est par ailleurs perturbée dans les zones anthropisées, en particulier celle sexuée. En effet, pour le cas de *Bombax costatum*, par exemple, la forte cueillette des fleurs comestibles et des fruits (BELEM *et al.*, 2008) soustrait un bon nombre de semences et diminue ainsi la régénération sexuée de la végétation. Cela compromet la pérennité des espèces dans ces zones, dont résulte la réduction de la diversité floristique. Les défrichements traditionnels non mécanisés laissent toujours subsister racines et souches qui rejettent même après quelques années de culture (photo 3). Ainsi, les espèces résistent aux coupes, aux labours et aux broutages des animaux à travers ces souches (drageons ou rejets de souches), contribuant ainsi à leur pérennité. Cependant, cette capacité de reproduction végétative est également compromise car la survie des souches est limitée ; actuellement, la durée de la culture s'allonge tandis que celle de la jachère tend à se réduire au profit de la culture permanente de certaines parcelles (DEVINEAU *et al.*, 1997).

La différence entre la diversité des jachères et celle des champs est non significative car la durée de mise en jachère a considérablement diminué, si bien que la plupart des jachères sont très jeunes et présentent ainsi une grande similarité floristique ligneuse avec les champs. Aussi l'introduction de certaines espèces exotiques telles que *Azadirachta indica* et *Mangifera indica* dans les champs contribue-t-elle à augmenter leur diversité, pour atteindre celle des jachères qui est d'ailleurs faible.



Photo 3.

Jeunes rejets de diverses espèces dans un champ de coton.  
Photo L. Bondé, Boni.

**Photo 4.**

Formation de bas-fond (forêt classée) essentiellement composée de *Terminalia macroptera* et *Ptilostigma thonningii*.  
Photo L. Bondé, Boni.

**Photo 5.**

Formation de glacis (forêt classée) composée de plusieurs espèces ligneuses.  
Photo L. Bondé, Boni.

#### Influence de la topographie sur la diversité floristique ligneuse

L'analyse floristique des relevés montre une variation de la diversité floristique suivant les unités topographiques. En effet, les paramètres de diversité calculés révèlent que les formations végétales colonisant les glacis sont significativement plus diversifiées que celles des bas-fonds dans

chacun des trois modes d'utilisation des terres. L'indice d'équitabilité de Piélou indique également une assez bonne équirépartition des espèces dans les formations de glacis et une répartition plus hétérogène des espèces dans les formations des bas-fonds. Ainsi, la position topographique se révèle comme un facteur influençant fortement la diversité des formations végétales soudanaises. La faible diversité floristique et la mauvaise répartition des espèces dans les formations des bas-fonds s'expliqueraient, d'une part, par leurs conditions écologiques (milieux temporairement inondés) et, d'autre part, par leurs conditions édaphiques (sols argileux). En effet, dans les milieux temporairement inondés, l'engorgement des sols empêche l'oxygénation des plantes, ce qui conduit les espèces peu adaptées à ces biotopes à mourir par asphyxie (MBAYNGONE *et al.*, 2008 ; OUÉDRAOGO *et al.*, 2008). Les bas-fonds étant des milieux temporairement inondés, l'immersion des semences et des plantules rend très sélective l'installation des espèces. Seules les espèces adaptées à ces conditions s'y installent (photo 4). Par ailleurs, la texture fortement argileuse aurait un effet négatif sur l'installation et l'épanouissement de plusieurs espèces (OUÉDRAOGO *et al.*, 2008). En revanche, la forte diversité floristique et l'équirépartition des espèces dans les formations des glacis seraient dues à leurs conditions édaphiques favorables à l'installation et au développement de plusieurs espèces (photo 5). Des résultats similaires montrant la variabilité floristique suivant le gradient topographique ont été soulignés dans plusieurs travaux (OUÉDRAOGO *et al.*, 2008 ; GNOUMOU *et al.*, 2011).

#### Influence de l'interaction entre topographie et mode d'occupation des terres sur la diversité

L'interaction entre unité topographique et mode d'utilisation des terres n'affecte pas significativement la diversité floristique des formations. Ces résultats montrent que l'influence anthropique sur la diversité des formations ligneuses dans les différents habitats n'est pas liée à la position topographique. En d'autres termes, l'action de défrichage des formations végétales en champs est similaire aussi bien dans les glacis que dans les bas-fonds. Seules les espèces utilitaires sont exemptes de coupe totale de leurs individus pendant l'ouverture des champs, quelle que soit l'unité topographique. Dans les différentes unités d'utilisation des terres, la topographie semble déterminer prioritairement la composition floristique, en offrant des conditions d'établissement et de développement aux espèces. L'action anthropique est secondaire et intervient surtout après que la composition floristique a été déterminée par les conditions topographiques.

## Conclusion

Dans cette étude, il s'agissait de tester l'hypothèse selon laquelle, dans la zone soudanienne, le mode d'utilisation des terres influençait significativement la diversité floristique ligneuse, davantage que les conditions topographiques. Les résultats montrent que la diversité floristique ligneuse est sous le contrôle aussi bien du facteur topographique que du gradient anthropique. Toutefois, la position topographique détermine la répartition de la diversité ligneuse plus que l'action humaine, car elle préside aux conditions d'établissement et de développement des espèces. En revanche, l'action anthropique conduit non seulement à la régression de la diversité mais aussi à l'homogénéisation du paysage floristique. Par ailleurs, l'interaction entre le mode d'utilisation des terres et la position topographique n'influence pas la diversité ligneuse, ce qui démontre que ces deux facteurs affectent indépendamment la diversité de la flore ligneuse soudanienne. De ce fait, les études portant sur l'impact des facteurs environnementaux sur la dynamique des formations ligneuses soudanaises à une échelle locale, ou sur la construction de meilleurs modèles de distribution floristique, devraient intégrer à la fois les facteurs *mode d'utilisation des terres et type d'unité topographique*.

### Remerciements

Les auteurs remercient le ministère de l'Enseignement secondaire et supérieur du Burkina Faso pour le soutien financier qui a permis la conduite de cette étude. Les auteurs expriment leur gratitude aux populations de Boni pour leur aide à la récolte de données de terrain ainsi qu'aux personnes ayant contribué à la publication de ce manuscrit.

## Références bibliographiques

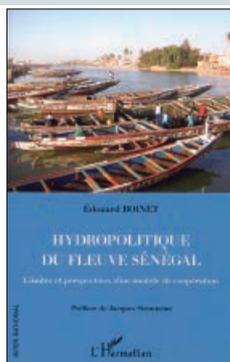
- APG III, 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161: 105-121.
- AUGUSSEAU X., NIKIEMA P., TORQUEBIAU E., 2005. Tree biodiversity, land dynamics and farmers' strategies on the agricultural frontier of southwestern Burkina Faso. *Biodiversity and Conservation*, 15: 613-630.
- BELEM B., BOUSSIM J., BELLEFONTAINE R., GUINKO S., 2008. Stimulation du drageonnage de *Bombax costatum* par blessure des racines au Burkina Faso. *Bois et Forêts des Tropiques*, 295 (1) : 71-78.
- BONDÉ L., 2012. Structure et diversité de la végétation ligneuse soudanienne suivant le mode d'occupation des terres au Burkina Faso : cas du département de Boni. Mémoire de Dea, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 70 p.
- DEVINEAU J.-L., 2010. To what extent does land-use affect relationships between the distribution of woody species and climatic change? A case study along an aridity gradient in western Burkina Faso. *Plant Ecology*, 212: 959-973.
- DEVINEAU J.-L., FOURNIER A., NIGNAN S., 2010. Savanna fire regimes assessment with MODIS fire data: Their relationship to land cover and plant species distribution in western Burkina Faso (West Africa). *Journal of Arid Environments*, 74 (9): 1092-1101.
- DEVINEAU J.-L., FOURNIER A., KALOGA B., 1997. Les sols et la végétation de la région de Bondoukuy (Ouest burkinabé), présentation générale et cartographie préliminaire par télédétection satellitaire (SPOT), Paris, France, Orstom, 111 p.
- DIPAMA J. M., 2010. Le milieu biophysique. *In* : Atlas de la Biodiversité de l'Afrique de l'Ouest. Tome II : Burkina Faso. Thiombiano A., Kampmann D. (éds). Ouagadougou et Frankfurt/Main, 122-124.
- FONTES J., GUINKO S., 1995. Carte de végétation et d'occupation des sols du Burkina Faso. Notice explicative. Toulouse, France, ministère de la Coopération français, projet Campus, 68 p.
- FOURNIER A., FLORET C., GNAHOVA G. M., 2001. Végétation des jachères et succession post-culturale en Afrique tropicale. *In* : Floret C., Pontanier R. (éds). La jachère en Afrique tropicale. Vol. 2. Paris, France, Ird, Montrouge, France, John Libbey Eurotext, 123-168.
- GNOUMOU A., BOGNOUNOU F., THIOMBIANO A., 2010. A comparison of *Guibourtia copalifera* Benn. stands in South West Burkina Faso-community structure and regeneration. *Journal of Forestry Research*, 22 (4): 551-559.
- GNOUMOU A., BOGNOUNOU F., HAHN-HADJALI K., THIOMBIANO A., 2011. Woody Plant Diversity and Stand Structure in the Comoe-Leraba Reserve, Southwestern Burkina Faso (West Africa). *Journal of Biological Sciences*, 11 (2): 111-123.
- MBAYNGONE E., THIOMBIANO A., HAHN-HADJALI K., GUINKO S., 2008. Caractéristiques écologiques de la végétation ligneuse du sud-est du Burkina Faso (Afrique de l'Ouest) : le cas de la réserve de Pama. *Candollea*, 63 (1) : 17-33.
- NACOUUMA B. M. I., SCHUMANN K., TRAORE S., BERNHARDT-ROMERMANN M., HAHN-HADJALI K., WITTIG R., THIOMBIANO A., 2011. Impacts of land-use on West African savanna vegetation: a comparison between protected and communal area in Burkina Faso. *Biodiversity and Conservation*, 20 (14): 3341-3362.
- OUÉDRAOGO O., THIOMBIANO A., HAHN-HADJALI K., GUINKO S., 2008. Diversité et structure des groupements ligneux du Parc national d'Arly (Est du Burkina Faso). *Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica*, 11 : 5-16.
- OUÉDRAOGO O., 2004. Étude de la phytodiversité de la forêt classée de Bansié (zone sud-soudanienne du Burkina Faso). Mémoire de Dea, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 95 p.
- SAMBARE O., BOGNOUNOU F., WITTIG R., THIOMBIANO A., 2011. Woody species composition, diversity and structure of riparian forests of four watercourses types in Burkina Faso. *Journal of Forestry Research*, 22 (2): 145-158.
- WEGMANN M., MACHWITZ M., SCHMIDT M., DECH S., 2010. Fragmentation de la forêt tropicale humide – Biodiversité en danger. *In* : Atlas de la biodiversité de l'Afrique de l'Ouest. Tome II : Burkina Faso. Thiombiano A., Kampmann D. (éds). Ouagadougou et Frankfurt/Main, 86-91.
- WITTIG R., KONIG K., SCHMIDT M., SZARZYNSKI J., 2007. A Study of Climate Change and Anthropogenic Impact in West Africa. *Environmental Science and Pollution Research*, 14 (3): 182-189.



TIANI F. K., 2013. **ENVIRONNEMENT ET DÉVELOPPEMENT DURABLE : CLÉS POUR UNE COMPRÉHENSION.** FRANCE, L'HARMATTAN, 150 P.

Depuis que s'est tenue à Rio de Janeiro, au Brésil, en 1992, la Conférence mondiale sur l'environnement et le développement, le monde entier a pris conscience de l'impérieuse nécessité, qu'au XXI<sup>e</sup> siècle, la gestion de l'environnement et le développement durable soient l'affaire de tous, chacun à son niveau, que cela concerne le réchauffement de la planète, la dégradation ou la pollution du sol, l'épuisement des ressources minières, la pollution de l'eau courante, la déforestation, l'appauvrissement de la biodiversité ou les nuisances dans les villes. Dans le souci de lever cet obstacle, ce livre, rédigé par un professionnel de la gestion de l'environnement et du développement durable, retrace l'évolution qui a conduit à la découverte récente du phénomène aujourd'hui appelé « environnement », dont il clarifie le sens. Il présente, pour la première fois, dans un style clair et simple, les clés de la compréhension de la gestion de l'environnement et du développement durable, à l'échelle tant nationale que régionale ou internationale et s'achève par une clarification du phénomène dit « développement durable », avec ses incidences sur la conduite actuelle des activités humaines.

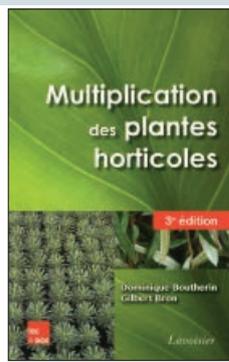
L'Harmattan,  
5-7 rue de l'École Polytechnique,  
75005 Paris, France.  
[www.editions-harmattan.fr](http://www.editions-harmattan.fr)  
Adapté du résumé de l'éditeur.



BOINET E., 2013. **HYDROLOGIE DU FLEUVE SÉNÉGAL : LIMITES ET PERSPECTIVES D'UN MODÈLE DE COOPÉRATION.** FRANCE, L'HARMATTAN, 105 P.

En Afrique de l'Ouest comme dans d'autres Suds, la crise de l'eau est déjà une réalité. Ce livre analyse avec clarté la réponse ambitieuse qu'y ont apportée les États riverains du fleuve Sénégal, la mise en place de l'OMVS (Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal), un cadre institutionnel et juridique comptant parmi les plus avancés du globe dans le domaine de la gestion de l'eau. Malgré le succès initial éclatant de son approche inédite basée sur la planification régionale et la copropriété de grands ouvrages hydrauliques, l'OMVS a essuyé de nombreux revers (faiblesse des résultats, graves externalités négatives). Sa force première réside, en fin de compte, dans sa grande capacité d'adaptation. L'organisme a su en effet intégrer et dépasser ses propres limites. Dresser le bilan de ses réussites comme des leçons tirées de ses échecs permet d'élaborer des recommandations concrètes sur le modèle à suivre.

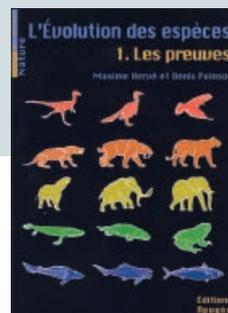
L'Harmattan,  
5-7 rue de l'École Polytechnique,  
75005 Paris, France.  
[www.editions-harmattan.fr](http://www.editions-harmattan.fr)  
Adapté du résumé de l'éditeur.



BOUTHERIN D., BRON G., 2013. **MULTIPLICATION DES PLANTES HORTICOLES.** FRANCE, ÉDITIONS LAVOISIER, 276 P.

La technologie horticole évolue rapidement, notamment dans le domaine de la production des plants. Cet ouvrage présente l'ensemble des procédés de propagation utilisés en horticulture à travers trois grandes parties : la multiplication sexuée, la multiplication végétative et la production de jeunes plants. Chaque chapitre rappelle les fondements biologiques d'une méthode et en développe les aspects gestuels et techniques, en les illustrant de nombreux exemples pratiques : semis, bouturage, greffage, multiplication in vitro, marcottage, éclatage, division, dragonnage. La production des jeunes plants, activité devenue spécialité à part entière, est souvent, pour le professionnel, sujet à interrogation : faut-il produire ou acheter les jeunes plants ? La réponse n'est pas toujours simple. Le dernier chapitre apporte tous les éclairages pour mener à bien cette réflexion. Cette 3<sup>e</sup> édition a été entièrement revue pour offrir une synthèse des connaissances actuelles. La multiplication in vitro y est notamment développée. Son iconographie renouvelée et augmentée ainsi que sa maquette en couleur contribuent à renforcer son attrait pédagogique. Cet ouvrage s'adresse à un large public. Il constitue un outil indispensable pour les étudiants de l'enseignement horticole, une référence technique incontournable pour tous les professionnels de la filière horticole, mais aussi le guide idéal des amateurs avertis.

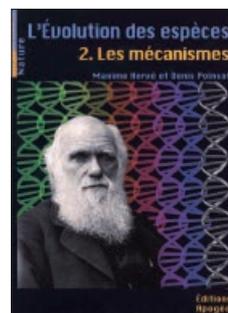
Éditions Lavoisier,  
14 rue de Provigny,  
94236 Cachan Cedex, France.  
<http://www.lavoisier.fr>  
Adapté du résumé de l'éditeur.



HERVÉ M., POINSOT D., 2013. **L'ÉVOLUTION DES ESPÈCES. TOME 1, LES PREUVES.** FRANCE, APOGÉE, 61 P.

Non seulement il y a des libellules géantes dans le charbon mais les serpents ont en réalité des pattes et c'est de l'eau de mer diluée qui coule dans nos veines. À première vue, tous ces faits véridiques sont ahurissants mais on les comprend très facilement à condition de poser cette question : les espèces vivantes évoluent-elles ? En suivant pas à pas les étapes de la démarche scientifique, les auteurs y répondent avec une constante simplicité. Dans un langage clair, illustré par de nombreux schémas et photographies, découvrez l'histoire étonnante des météorites, depuis l'Antiquité jusqu'aux découvertes les plus récentes sur ces objets extraterrestres.

Éditions Apogée, 11 rue du Noyer,  
35000 Rennes, France.  
[www.editions-apogee.com](http://www.editions-apogee.com)  
Adapté du résumé de l'éditeur.



HERVÉ M., POINSOT D., 2013. **L'ÉVOLUTION DES ESPÈCES. TOME 2, LES MÉCANISMES.** FRANCE, APOGÉE, 62 P.

Les espèces évoluent, c'est un fait prouvé par les fossiles. Mais comment évoluent-elles ? Quelles sont les forces qui transforment les espèces et en font apparaître de nouvelles ? Autant de questions essentielles et passionnantes auxquelles les auteurs répondent avec simplicité. Sans forcément avoir de connaissances scientifiques préalables, vous découvrirez ainsi les fondements de ce que l'on nomme la « théorie de l'évolution », pilier de la biologie depuis plus de 150 ans.

Éditions Apogée, 11 rue du Noyer,  
35000 Rennes, France.  
[www.editions-apogee.com](http://www.editions-apogee.com)  
Adapté du résumé de l'éditeur.