

Evolution des ressources forestières en Afrique de l'Ouest soudano-sahélienne au cours des 50 dernières années

Trends in Soudano-Sahelian West African extent of forest during the second half of the 20th century

Serge Léopold ARIORI ¹ & Pierre OZER ²

Abstract: On the basis of an exhaustive consultation of the literature describing the temporal evolution of land cover in arid, semiarid and dry subhumid regions of West Africa, this study shows that the deforestation trend has been very important during the second half of the 20th century. This trend to deforestation is globally large (2% per year) and is clearly alarming. Although our results differ from FAO's official data, it is demonstrated that those are questionable. In addition, if dense woody formations have been strongly reduced in the study area, our study indicates that degraded woody formations are currently declining. Our results clearly go against the recent conclusions of some authors preaching the idea of a 'greening Sahel'.

Key words: deforestation, trends, desertification, West Africa, Sahel.

Résumé: Sur base d'une consultation exhaustive de la littérature décrivant l'évolution temporelle de l'occupation des sols en Afrique de l'Ouest aride, semi-aride et subhumide sèche, cette étude montre que la tendance au déboisement dans la zone soudano-sahélienne s'est effectuée à un rythme très prononcé au cours de la seconde moitié du 20^e siècle. Cette tendance au déboisement est globalement lourde (2% par an) et clairement alarmante. Elle se démarque des données officielles de la FAO dont il est démontré la faible fiabilité. Par ailleurs, si les formations ligneuses denses ont été fortement réduites dans la zone d'étude, notre étude indique également que les formes dégradées de ces dernières sont actuellement en déclin. Nos résultats vont clairement à l'encontre des récentes conclusions de certains auteurs prônant l'idée de régénération de la végétation sahélienne.

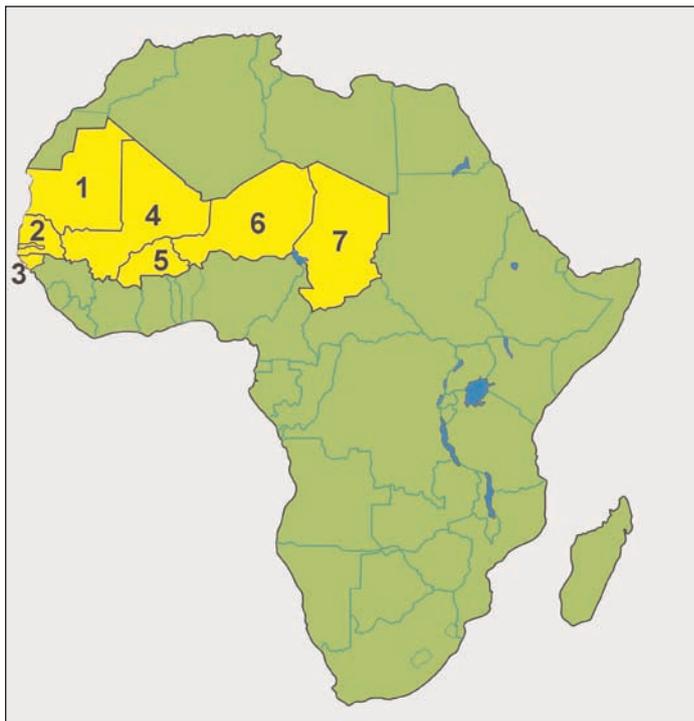
Mots clés : déboisement, tendances, désertification, Afrique de l'Ouest, Sahel.

INTRODUCTION

Hissée au deuxième rang des problématiques environnementales les plus préoccupantes pour le 21^e siècle, juste après les changements climatiques et avant la désertification, la déforestation se pose avec acuité dans les pays en développement (WORLD BANK, 2002). Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation (FAO), les forêts mondiales couvraient une superficie estimée à 3869 millions d'hectares en 2000, soit 94 millions d'hectares en moins que dix années auparavant (FAO, 2001). Si, au niveau global, les pertes forestières étaient de 0,22% par an, l'Afrique se distinguait par le taux de déboisement continental le plus important estimé à 0,78%. L'Afrique soudano-sahélienne occidentale (Mauritanie, Sénégal, Guinée Bissau, Mali, Burkina Faso, Niger et Tchad), pourtant caractérisée par des ressources forestières limitées, faisait légèrement mieux que le continent avec un recul annuel de 0,72% (FAO, 2001). Cependant, force est de constater que les informations objectives relatives à l'évolution des ressources forestières sont très rares en

¹Ingénieur Aménagiste-Environnementaliste; EAR-Development sarl, 03BP3025 Cotonou, Bénin, e-mail : sergeariori@yahoo.fr

²Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université de Liège, Avenue de Longwy 185, 6700 Arlon, Belgique, e-mail : pozer@ulg.ac.be



Zone d'étude: 1. Mauritanie; 2.. Sénégal; 3. Guinée Bissau; 4. Mali; 5. Burkina Faso; 6. Niger; 7. Tchad

Afrique de l'Ouest (OZER, 2004) et ailleurs dans le monde (LEPERS *et al.*, 2005). Or, les forêts tropicales sèches sont considérées comme un écosystème à très haut risque (JANZEN, 1998 ; CHAMARD et COUREL, 1999) et la problématique du déboisement est extrêmement importante dans les régions aride, semi-aride et subhumide sèche car elle contribue à l'avancée de la désertification (OZER, 2000 ; GEIST et LAMBIN, 2004).

Dans ces conditions, nous nous proposons de répondre à la question suivante : quelle est aujourd'hui la tendance globale aux pratiques du déboisement dans la zone soudano-sahélienne de l'Afrique de l'Ouest ? Pour ce faire, nous avons eu recours à diverses études disponibles dans la littérature pour dégager les tendances de changement des paysages forestiers ou ligneux denses.

DONNEES ET METHODES

Les données utilisées proviennent de diverses études disponibles dans la littérature. Les documents retenus révèlent des informations relatives aux changements observés dans les superficies forestières ou aux changements d'occupation des sols en Afrique de l'Ouest aride, semi-aride et subhumide sèche à partir de l'analyse diachronique de données télédéteectées (photographies aériennes et images satellitaires à haute résolution). Souvent, ces études sont supportées par des inventaires de terrain et des entretiens avec les populations locales. Si la majeure partie des informations utilisées provient de revues à comité de lecture, un nombre limité de ces données est issu de documents officiels nationaux relatifs à l'état des ressources naturelles.

Bien sûr, le déboisement est fortement hétérogène spatialement. Il dépend, entre autres, de la proximité d'un centre de consommation du bois (grandes villes) et de l'accessibilité. Pour pouvoir tirer des conclusions valables sur le déboisement à une échelle régionale, il faudrait donc un plan d'échantillonnage qui soit représentatif de la diversité spatiale. Dans le cadre de cette étude, l'échantillon des sites retenus n'est peut-être pas représentatif de la diversité spatiale à l'échelle régionale mais se borne à reprendre l'intégralité de ce qui a été publié sur le sujet. Nous sommes néanmoins bien conscients que les études sur le déboisement sont souvent réalisées là où, précisément, il y a des problèmes de déboisement, ce qui pourrait entraîner un biais d'échantillonnage en faveur du déboisement.

Une base de données reprenant les divers articles sur le déboisement en Afrique de l'Ouest aride à subhumide sèche a été réalisée et reprend 76 indicateurs de changement de superficies forestières ou ligneuses denses sur un total de 44 sites distincts. L'indicateur de changement (V) représente une vitesse de changement et est calculé à partir de la formule :

$$V = \frac{(E_{tf} - E_{ti}) \times 100}{N \times E_{ti}}$$

Où *E_{tf}* et *E_{ti}* désignent respectivement l'état final et l'état initial d'une unité forestière ou ligneuse dense donnée et N représente la période considérée (années).

Dans le but de réaliser une analyse synthétique sur les tendances de changement des paysages forestiers, la période 1955 à 1995 a été retenue incluant toutes les études couvrant la période de 1955 ± 10 ans à 1995 ± 10 ans avec une période d'analyse de 30 ans. Par ailleurs, un critère supplémentaire utilisé pour rejeter les épiphénomènes a été de ne considérer que les unités forestières ou ligneuses denses dont les superficies sont supérieures à 1000 ha.

L'établissement de critères bien définis quant à la période d'analyse permet de comparer des tendances contemporaines mais limite fortement l'échantillon d'analyse. Ainsi, la période considérée est représentée par 20 valeurs dont les superficies initiales des unités forestières varient de 1070 à 71339 ha.

Par ailleurs, avec l'objectif d'identifier quels sont les facteurs principaux dirigeant les diminutions des superficies forestières ou ligneuses denses analysées, nous avons systématiquement repris les facteurs incriminés dans les diverses études retenues.

Tableau 1: Evolution des ressources Forestière de 1955 à 1995

Pays	Localité	Unité paysagère	ZB	Auteur(s)	Période	V
Burkina Faso	Kolel	Savanne dense continue	SA	Lindqvist & Tengberg (1994)	1955-1990	-2,9%
Burkina Faso	Oursi	Savanne dense continue	SA	Lindqvist & Tengberg (1994)	1955-1990	-1,1%
Mali	Sorobasso	Savane boisée	SA	Cuny & Sorg (2003)	1952-1998	-2,2%
Mauritanie	Tekane	Forêts	SA	Niang <i>et al.</i> (2006)	1954-2003	-2,0%
Niger	Région de Diffa	Forêts classées	A	CNEDD (2000a)	1947-2000	-1,7%
Niger	Région de Zinder	Forêts classées	SA	CNEDD (2000b)	1947-2000	-1,5%
Niger	Région de Maradi	Forêts classées	SA	CNEDD (2000b)	1947-2000	-1,2%
Niger	Dabaga	Forêts classées	A	CNEDD (2000b)	1954-1990	-2,7%
Niger	Banguï	Forêts classées	SA	CNEDD (2000b)	1954-1992	-2,6%
Niger	Karofan	Forêts classées	SA	CNEDD (2000b)	1955-1992	-1,4%
Niger	Tapkin zaki	Forêts classées	SA	CNEDD (2000b)	1955-1992	-2,4%
Niger	Makaortchi-Gayi	Forêts	A	Karimoune (1994)	1958-1987	-2,7%
Niger	Baban Rafi	Forêts classées	SA	CNEDD (2000b)	1962-1992	-1,8%
Nigeria	Kaska	Forêts	SA	Mortimore & Turner (2005)	1950-1990	-1,0%
Nigeria	Futchimiran	Forêts	SA	Mortimore & Turner (2005)	1954-1990	-2,1%
Sénégal	Tendouck	Forêts	SHS	Gueye & Ozer (2000)	1954-1990	-1,6%
Sénégal	Suel	Forêts	SHS	Gueye & Ozer (2000)	1954-1990	-2,0%
Sénégal	Kourouk	Forêts	SHS	Gueye & Ozer (2000)	1954-1990	-1,8%
Sénégal	Départements de Bambey et de Diourbel	Bas-fonds boisés	SA	Ba <i>et al.</i> (2000)	1954-1999	-1,7%
Sénégal	Boulël	Savane boisée	SA	Ba <i>et al.</i> (2004)	1965-2000	-2,9%

ZB: zone biogéographique ;

A: aride (100 - 300 mm) ;

SA: semi-aride (300 - 600 mm) ;

SHS: subhumide sèche (600 - 1000 mm) ;

V: vitesse de changement.

RESULTATS

Les vitesses de changement des unités paysagères forestières pour la période « 1955-1995 » sont présentées au tableau 1. Des 20 unités forestières analysées, quatre ont totalement disparu et toutes les autres ont régressé. En moyenne, le recul des unités forestières est de 2,0% par an avec un écart-type de 0,6%. Les vitesses minimum et maximum de changement sont respectivement de -1,0% à Kaska, Nigeria (MORTIMORE et TURNER, 2005) et de -2,9% à Kodel, Burkina Faso (LINDQVIST et TENGBERG, 1994) et à Boulèl, Sénégal (BA *et al.*, 2004)

Des informations tirées de l'analyse des 44 sites étudiés, les facteurs incriminés dans la diminution des superficies forestières ou ligneuses denses sont présentés à la figure 1. Il apparaît clairement que les coupes abusives pour satisfaire les besoins en énergie des populations et la demande en bois d'œuvre (93%) et l'expansion agricole (89%) représentent les deux principales causes directes de déboisement. Le surpâturage (39%) et les feux de brousse (36%) ne semblent être que des facteurs secondaires, le plus souvent empêchant la régénération naturelle des ligneux. L'impact direct de la sécheresse sur la contraction des ressources forestières semble limité et n'est cité que dans 16% des cas.

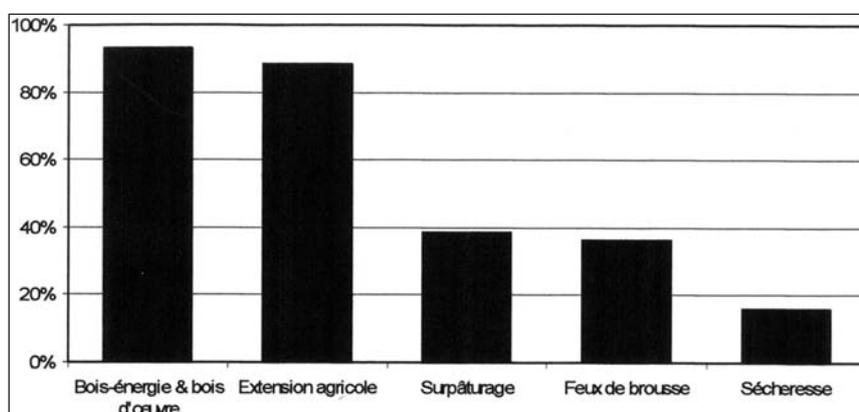


Fig. 1 : Facteurs principaux dirigeant les diminutions des superficies forestières analysées

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les forêts sahéliennes sont bel et bien en recul. Des 44 sites forestiers ou ligneux denses analysés, 15 ont disparu durant la deuxième moitié du 20e siècle. Un exemple frappant étant l'évolution des 27 forêts classées et protégées situées le long du fleuve Sénégal qui ont vu leur superficie diminuer de 77% au Sénégal de 1965 à 1992 (TAPPAN *et al.*, 2004) alors que du côté mauritanien, il ne reste plus en 2003 que 3% des zones boisées en 1954 dans la zone de Tekane (NIANG *et al.*, 2006).

Nos résultats montrent une tendance lourde continue de -2,0% par an au cours de la période 1955 ± 10 ans à 1995 ± 10 ans. Ces chiffres contrastent fortement avec les statistiques nationales de la FAO qui indiquent des tendances bien moins inquiétantes pour la région avec -0,68%, -0,72% et -0,62% par an pour les périodes 1980-1990, 1990-2000 et 2000-2005, respectivement (FAO, 1993, 2001, 2006b). Pourtant, l'exploitation de bois rond (essentiellement pour le bois-énergie) n'a fait qu'augmenter dans les pays étudiés. Ainsi, la production annuelle de bois rond est passée de 18,5 10⁶ m³ en 1961 à 42,6 10⁶ m³ en 2004, soit une augmentation de 130% (Fig. 2, d'après FAO, 2006a). Mais il a été démontré par ailleurs que les statistiques de la FAO sont généralement incohérentes et très imprécises dans notre zone d'étude (OZER, 2004), dans les régions tropicales (GRAINGER, 1996) et ailleurs dans le monde (MATTHEWS, 2001). La preuve en est que les ressources forestières occupaient une superficie de 43613 10³ ha en 1980 dans notre zone d'étude (FAO, 1993) contre 43565 10³ ha en 2005 (FAO, 2006b), soit une diminution de 0,11% en 25 ans (Fig. 2) avec des disparités énormes

comme au Niger où, après être restée stable durant trente ans, les ressources forestières ont fortement régressé de 1990 à 2000 (-3,7% par an, FAO, 2001) pour ensuite accuser un recul annuel de 0,9% entre 2000 et 2005 (FAO, 2006b) (Fig. 3) ou au Sénégal où les ressources forestières ont toujours régressé mais avec des données initiales de superficies toujours très fluctuantes (Fig. 4).

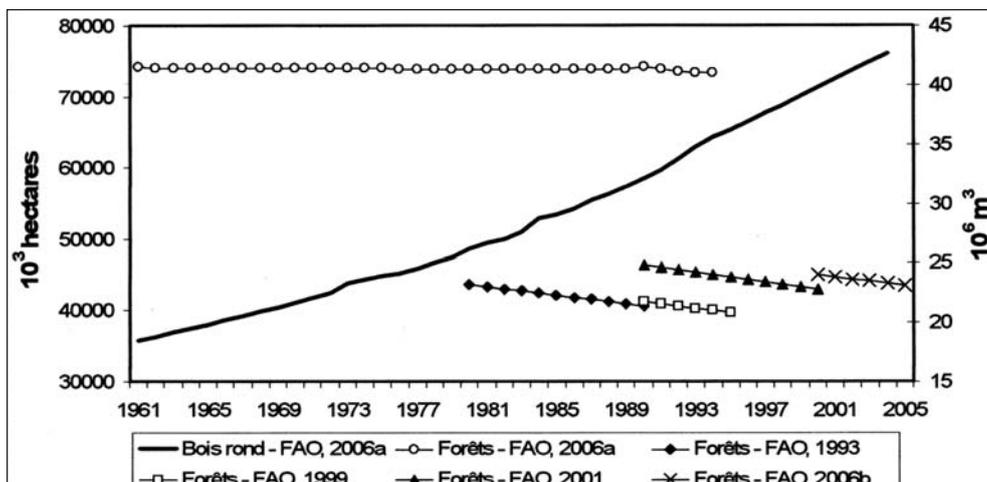


Fig. 2 : Evolution de la superficie forestière et de la production annuelle de bois rond dans la zone d'étude (Mauritanie, Sénégal, Guinée Bissau, Mali, Burkina Faso, Niger et Tchad), de 1961 à 2005, d'après les statistiques de la FAO.

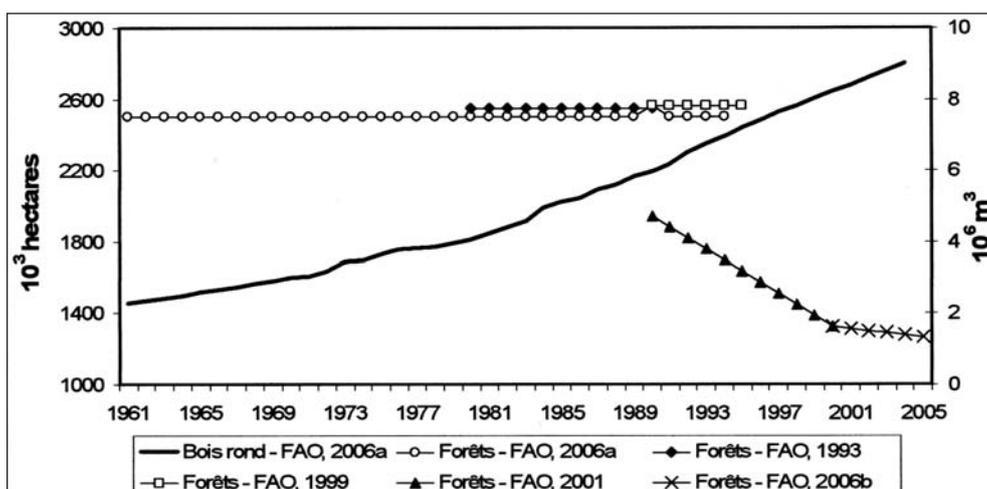


Fig. 3 : Evolution de la superficie forestière et de la production annuelle de bois rond au Niger, de 1961 à 2005, d'après les statistiques de la FAO.

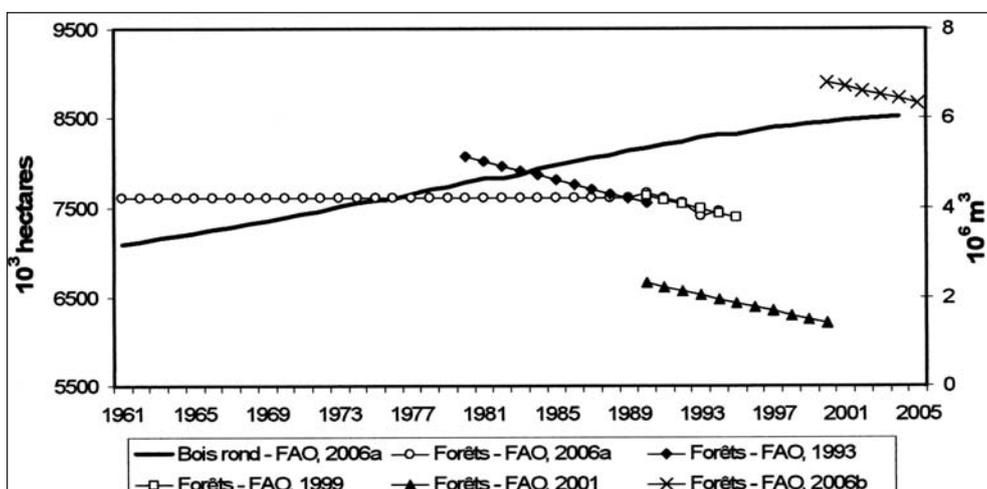


Fig. 4 : Evolution de la superficie forestière et de la production annuelle de bois rond au Sénégal, de 1961 à 2005, d'après les statistiques de la FAO.

Par ailleurs, l'analyse montre que, dans un premier temps, les superficies des formes dégradées des ressources ligneuses ont fortement progressé suite au déclin des formations forestières. Cependant, la plupart des études réalisées sur le long terme indiquent également une diminution inquiétante des formes dégradées de ces forêts.

Ainsi, LINDQVIST et TENGBERG (1994) montrent dans le nord du Burkina Faso (Kolèl) que la disparition quasi-totale de la savane dense continue entre 1955 et 1974 (73% à 4% du territoire étudié) a profité à la steppe à couverture ligneuse discontinue (de 25% à 86%) mais, qu'en 1990, toutes deux avaient totalement disparu du paysage.

Dans le secteur de Guinth Pâté (454 km² dans le bassin arachidier, Sénégal), la savane boisée (227 km² ; 49,9%) et la savane arborée (174 km² ; 38,4%) recouvraient 88% du territoire en 1954 (BA *et al.*, 2004). Onze années plus tard, la savane boisée avait totalement disparu, la savane arborée ne représentait plus que 24,1% de la zone d'étude, alors que la savane arbustive faisait son apparition, s'étendant sur plus de la moitié du territoire (56%). En 2000, savane arborée et savane arbustive ne se partageaient plus que 8,4% et 48% de la zone d'étude. D'autres exemples de ce type ne manquent pas.

Ce déboisement continu a clairement réduit la richesse floristique des espèces forestières. Au Sénégal, la biodiversité s'est ainsi réduite de plus de 30% entre 1945 et 1993 (GONZALEZ, 2001). Dans le Sahel, des inventaires réalisés dans 14 terroirs villageois de la Mauritanie au Tchad montrent que la richesse floristique des espèces forestières est restée stable dans deux terroirs et a diminué partout ailleurs jusqu'à 57% (GONZALEZ *et al.*, 2004). Sur un total de 123 espèces ligneuses répertoriées dans le Sahel par WEZEL (2004), 20 ont disparu, 79 sont en déclin, 11 sont stables et 13 (dont 11 exotiques) ont progressé durant ces trente à cinquante dernières années.

Les causes liées au phénomène de dégradation des ressources forestières sont essentiellement anthropiques. La forte croissance d'une population pauvre et fortement dépendante de son environnement n'augure rien de bon pour ce qui reste des ligneux au Sahel. En effet, toutes les statistiques indiquent que la pression humaine augmente (OZER et OZER, 2006). La population de la zone étudiée, qui doit se nourrir et est fortement dépendante du bois-énergie, est passée de 20 millions d'individus en 1961 à 65 millions actuellement et croît désormais à un rythme de 2 millions annuellement. Le prix du bois de chauffe augmente sans cesse (SPÄTH, 1997 ; BRONDEAU, 2001) et est devenu une source complémentaire de revenus pour nombre d'agriculteurs (OZER, 2004). Et même si les dramatiques crises de sécheresse conjoncturelles des années 1970 et 1980 ont épargné le Sahel depuis le début des années 1990 (OZER *et al.*, 2003), il est probable que celles-ci se reproduisent de manière structurelle dans les décennies à venir (HELD *et al.*, 2005).

Finalement, un certain engouement de plusieurs écoles « optimistes » tend à démontrer à partir d'images satellitaires à basse résolution (pixel de 64 km² de résolution) que le Sahel a connu un reverdissement au cours de ces vingt dernières années et que le processus de désertification est ainsi renversé (EKLUNDH et OLSSON, 2003 ; HERRMANN *et al.*, 2005), avec un retour suggéré des zones forestières (HICKLER *et al.*, 2005). La polémique est vive et un courant contraire s'est développé tendant à montrer que le retour des précipitations ne se conjugue pas forcément avec bonification environnementale (HOUNTONDI *et al.*, 2005; 2006 MORTIMORE et TURNER, 2005 ; OZER et OZER, 2006). Ce travail réalisé sur base d'une compilation de recherches précises sur un demi-siècle prouve que les ressources ligneuses sont toujours sur le déclin et illustre l'hiatus pouvant exister entre différentes échelles d'analyse.

REMERCIEMENTS

Le premier auteur remercie la Commission Universitaire pour le Développement (CUD, Belgique) pour la bourse d'étude qui lui a été accordée pour participer au DES en Gestion des Risques Naturels, formation au cours de laquelle une part de ce travail a été réalisée (ARIORI, 2004).

BIBLIOGRAPHIE

- ARIORI S.L., 2004. Déforestation en Afrique de l'Ouest : mise au point et implications sur la désertification en zone sahélienne. Mémoire inédit. Université de Liège / Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique.
- BA M., MBAYE M., NDAO S., WADE A. & NDIAYE L., 2000. Région de Diourbel: Cartographie des changements dans l'occupation-utilisation du sol dans le Centre-Ouest du Sénégal. Drylands Research Working Paper 21. Drylands Research, Somerset, Royaume Uni.
- BA M., TOURÉ A. & REENBERG A., 2004. Mapping land use dynamics in Senegal. Case studies from Kaffrine Department. SEREIN Working Paper No. 45. Institute of Geography, Copenhagen, Danemark.
- BRONDEAU F., 2001. Evolution de la filière bois énergie et dynamique des formations ligneuses autour de l'Office du Niger. *Bois et Forêts des Tropiques*, 270 : 15-33.
- CHAMARD P.C. & COUREL M.F., 1999. La forêt sahélienne menacée. *Sécheresse*, 10 : 11-18.
- CNEDD (Conseil Nationale de l'Environnement pour un développement Durable), 2000a. Programme d'action national de lutte contre la désertification et de gestion des ressources naturelles. Direction de l'Environnement, Niamey, République du Niger.
- CNEDD (Conseil National de l'Environnement pour un développement Durable), 2000b. Exploitations et état des ressources forestières au Niger. Direction de l'Environnement, Niamey, République du Niger.
- CUNY P. & SORG J.P., 2003. Forêt et coton au sud du Mali: cas de la commune rurale de Sorobasso. *Bois et Forêts des Tropiques*, 276 : 17-30.
- EKLUNDH L. & OLSSON L., 2003. Vegetation index trends for the African Sahel 1982-1999. *Geophysical Research Letters*, 30: 1430, 10.1029/2002GL016772.
- FAO, 1993. Forest Ressources Assessment 1990 - Tropical countries. FAO Forestry Paper No. 112, Rome, Italie.
- FAO, 1999. State of the world's forests 1999. FAO, Rome, Italie.
- FAO, 2001. State of the world's forests 2001. FAO Forestry Paper No. 140, Rome, Italie.
- FAO, 2006a. FAOSTAT: FAO Statistical Databases. <http://faostat.fao.org/>, dernier accès le 22 mars 2006.
- FAO, 2006b. Global Forest Resources Assessment 2005. FAO Forestry Paper No. 147, Rome, Italie.
- GEIST H.J. & LAMBIN E.F., 2004. Dynamic causal patterns of desertification. *BioScience*, 54: 817-829.
- GONZALEZ P., 2001. Desertification and a shift of forest species in the West African Sahel. *Climate Research*, 17: 217-228.
- GONZALEZ P., SY H. & TUCKER C.J., 2004. Local knowledge and remote sensing of forest biodiversity and forest carbon across the Sahel. In: The Sahel (eds. LYKKE A.M., DUE M.K., KRISTENSEN M. & NIELSEN I.), pp. 23-37. SEREIN Occasional Paper No. 17. Institute of Geography, Copenhagen, Denmark.
- GRAINGER A., 1996. An evaluation of the FAO Tropical Forest Resource Assessment, 1990. *The Geographical Journal*, 162: 73-79.
- GUEYE M. & OZER A., 2000. Apport de la télédétection à l'étude de la transformation de l'agriculture et de l'environnement dans le département de Bignona (Sénégal méridional). In: La télédétection en Francophonie: analyse critique et perspectives (eds. DUBOIS J.M.M., CALOZ R. & GAGNON P.), pp. 141-151. AUPELF-UREF, .
- HELD I.M., DELWORTH T.L., LU J., FINDELL K.L. & KNUTSON T.R., 2005. Simulation of Sahel drought in the 20th and 21st centuries. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102: 17891-17896.
- HERRMANN S., ANYAMBA A. & TUCKER C.J., 2005. Recent trends in vegetation dynamics in the African Sahel and their relationship to climate. *Global Environmental Change*, 15: 394-404.
- HICKLER T., EKLUNDH L., SEAQUIST J.W., SMITH B., ARDÖ J., OLSSON L., SYKES M.T. & SJÖSTRÖM M., 2005. Precipitation controls Sahel greening trend. *Geophysical Research Letters*, 32: L21415.
- HOUNTONDJI Y.C., NICOLAS J., SOKPON N. & OZER P., 2005. Mise en évidence de la résilience de la végétation sahélienne par télédétection basse résolution au Niger à la suite d'épisodes de sécheresse. *BELGEO*, 2005, 4 : 499-516.
- HOUNTONDJI Y.C., SOKPON N. & OZER P., 2006. Analysis of the vegetation trends using low resolution remote sensing data in Burkina Faso (1982-1999) for the monitoring of desertification. *International Journal of Remote Sensing*, 27: 871-884.

- JANZEN D.H., 1998. Tropical dry forests: the most endangered major tropical ecosystem. In: Biodiversity (ed. Wilson E.O.), pp. 130-137. National Academy Press, Washington.
- KARIMOUNE S., 1994. Contribution à l'étude géomorphologique de la région de Zinder (Niger) et analyse par télédétection de l'évolution de la désertification. Thèse de doctorat en Sciences géographiques, Université de Liège, Belgique.
- LEPERS E., LAMBIN E.F., JANETOS A.C., DEFRIES R., ACHARD F., RAMANKUTTY N. & SCHOLLES R.J., 2005. A synthesis of information on rapid land-cover change for the period 1981-2000. *BioScience*, 55: 115-124.
- LINDQVIST S. & TENGBERG A., 1994. New evidence of desertification from case studies in Northern Burkina Faso. *Desertification Control Bulletin*, 25: 54-60.
- MATTHEWS E., 2001. Understanding the FRA 2000. Forest Briefing No.1, World Resources Institute, Washington D.C.
- MORTIMORE M. & TURNER B., 2005. Does the Sahelian smallholder's management of woodland, farm trees, rangeland support the hypothesis of human-induced desertification? *Journal of Arid Environments*, 63: 567-595.
- NIANG A.J., OZER A. & OZER P., 2006. Fifty years of landscape evolution in southwestern Mauritania by means of aerial photos. Desertification continues.... in: Proceedings of the 1st International Conference on Remote Sensing and Geoinformation Processing in the Assessment and Monitoring of Land Degradation and Desertification. RÖDER A. & HILL J. (eds.), Remote Sensing Department, University of Trier, Germany, 199-206.
- OZER A. & OZER P., 2006. Désertification au Sahel : crise climatique ou anthropique ? *Bulletin des Séances de l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer*, in press.
- OZER P., 2000. Les lithométéores en région sahélienne: un indicateur climatique de la désertification. *GEO-ECO-TROP*; 24 : 1-317.
- OZER P., 2004. Bois de feu et déboisement au Sahel: mise au point. *Sécheresse*, 15 : 243-251.
- OZER P., ERPICUM M., DEMAREE G. & VANDIEPENBEECK M., 2003. The Sahelian drought may have ended during the 1990s. *Hydrological Sciences Journal*, 48: 489-492.
- SPÄTH H.J., 1997. Fuelwood crisis in Niamey. Vanishing forests and development of an arid island in the Sahel of Niger. *Paderborner Geographische Studien*, Band 6: 55-88.
- TAPPAN G.G., SALL M., WOOD E.C. & CUSHING M., 2004. Ecoregions and land cover trends in Senegal. *Journal of Arid Environments*, 59: 427-462.
- WEZEL A., 2004. Local knowledge of vegetation changes in Sahelian Africa - implications for local resource management. In: The Sahel (eds. Lykke A.M., Due M.K., Kristensen M. & Nielsen I.), pp. 37-52. SEREIN Occasional Paper No. 17. Institute of Geography, Copenhagen, Denmark.
- HADJ A., 2004. Understanding the drivers of agricultural land use change in south-central Senegal. *Journal of Arid Environments*, 59: 565-582.
- WORLD BANK, 2002. World development report 2003: Sustainable development in a dynamic world: transforming institutions, growth, and quality of life. Oxford University Press: World Bank.