

Mesures continues du flux d'érosion éolienne sur les champs de Mil traditionnels au Sud-Ouest du Niger : Impacts des résidus de culture.

Amadou Abdourhamane Touré, J.L. Rajot, Z. Garba, Rodrigue Guillon, B. Marticonera, Christophe Petit, David Sebag

► **To cite this version:**

Amadou Abdourhamane Touré, J.L. Rajot, Z. Garba, Rodrigue Guillon, B. Marticonera, et al.. Mesures continues du flux d'érosion éolienne sur les champs de Mil traditionnels au Sud-Ouest du Niger : Impacts des résidus de culture.. Pangea infos, Société Géologique de France, 2010, 47-48, pp.13-17. insu-00948694

HAL Id: insu-00948694

<https://hal-insu.archives-ouvertes.fr/insu-00948694>

Submitted on 18 Feb 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Volume spécial :

Géosciences & Développement

IMPACTS DE L'HOMME ET DU CLIMAT SUR LES MILIEUX SAHELIENS

Editeurs scientifiques : Zibo GARBA, Benjamin NGOUNOU NGATCHA, David SEBAG, Alain DURAND

MESURES CONTINUES DU FLUX D'ÉROSION ÉOLIENNE SUR LES CHAMPS DE MIL TRADITIONNELS AU SUD-OUEST DU NIGER : IMPACTS DES RESIDUS DE CULTURE.

Amadou ABDOURHAMANE TOURE^{1, 2, 3}, Jean-Louis RAJOT³, Zibo GARBA¹, Rodrigue GUILLON²,
Béatrice MARTICORENA⁴, Christophe PETIT², David SEBAG⁵

1- Université Abdou Moumouni, Département des Sciences de la Terre, BP 10662, Niamey, Niger

2- Université de Bourgogne, Laboratoire ARTeHIS, UMR 5594 CNRS, Dijon, France

3- IRD, Laboratoire BIOEMCO, UMR 211 Niamey, Niger

4- Universités Paris 7 et Paris 12, Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes Atmosphériques, UMR 7583 CNRS, Paris, France

5- Université de Rouen, Laboratoire M2C, UMR 6143 CNRS, 76821 Mont Saint Aignan Cedex, France

correspondant : doudu2000@yahoo.fr

RESUME

Au Sahel, l'effet des résidus de culture sur l'érosion éolienne, a été essentiellement étudié avec des taux de recouvrement supérieurs à la réalité. La présente étude vise à déterminer l'impact sur l'érosion des couverts réellement rencontrés en milieu paysan. Pour cela, des suivis continus de flux d'érosion éolienne ont été effectués pendant trois campagnes agricoles sur deux parcelles de même taille (1,5 ha) présentant des états de surface contrastés: PA avec une surface nue et PB cultivée traditionnellement en mil. Sur le champ traditionnel, les résidus de cultures empêchent toute érosion au cœur de la saison sèche et diminuent de plus de trois fois le flux horizontal en début de saison des pluies. Cependant un seuil critique de recouvrement de 2 % (100 Kg.ha-1) a été mis en évidence, en dessous duquel les surfaces subissent d'importantes pertes en terre par érosion éolienne. Au cours de la saison, le taux de recouvrement diminue régulièrement après le défrichage. Si celui-ci est effectué en janvier la surface des champs doit présenter au moins 12 % (800 Kg.ha-1) de recouvrement pour éviter d'atteindre ce seuil critique au début de la saison des pluies où l'érosion est la plus intense.

MOTS-CLES : Sahel, érosion éolienne, résidus de culture, champs cultivés

Monitoring of wind erosion flux on traditionally cultivated fields in South West Niger: crop residues impacts.

ABSTRACT

In the Sahel, crop residues are well known to reduce wind erosion. But these crop residues were studied on controlled experimental plots with amounts much higher than those traditionally encountered on cultivated fields. This work aims to monitor crop residues on traditional field and to quantify its influence on wind erosion. At Banizoumbou in Niger, crop residues cover rates (%) and wind erosion fluxes have been measured for three seasons on two plots: PA (1,5 ha) is maintained bare, PB (1,5 ha) traditionally cultivated. Results showed that crop residues efficiently prevent cultivated fields from wind erosion during the dry season and considerably reduce erosion fluxes at the beginning of the rainy season. A minimal cover rate of about 2 % (100 Kg.ha-1) appears as critical to limit wind erosion. Below this rate, soil losses by wind erosion would dramatically increase. Crop residues cover rate regularly decreases after field clearing. If clearing is performed in January, as it is currently done, the cover rate just after clearing should be about 12 % (800 Kg.ha-1) to maintain the cover rates above 2% at beginning of the rainy season when wind velocity reaches their higher values.

KEY-WORDS: Sahel, wind erosion, crop residues, cultivated fields

Introduction

Au Sahel, près de 75 % de la population vit en milieu rural (United Nations, 2007) et dépend largement d'une agriculture de subsistance (Biielders *et al.*, 2004). Cependant, les terres sahéliennes sont soumises à une dégradation continue des sols du fait de l'érosion éolienne (Lamers, 1998). Celle-ci cause des pertes en terre et en nutriments, baissant du coup le potentiel de production végétale des sols cultivés (Sterk *et al.*, 1998 ; Rajot, 2001 ; Biielders *et al.*, 2001). Au Sahel, sous 500 mm de pluies annuelles, l'érosion éolienne se produit essentiellement sur les surfaces cultivées et s'explique par leur faible protection par la végétation comparativement aux jachères (Rajot, 2001 ; Biielders *et al.*, 2002). Ces champs présentent néanmoins des résidus de culture qui ont été beaucoup étudiés dans la lutte contre l'érosion éolienne sur des parcelles expérimentales. Toutes les études estiment que l'érosion diminue largement si les quantités de résidus sont supérieures ou égales à $1500 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Michels, 1994 ; Michels *et al.*, 1995 ; Sterk et Spaan 1997 ; Biielders *et al.*, 2000). Mais ces auteurs reconnaissent que ce taux ne peut être atteint sans un apport extérieur conséquent qui ne correspond pas à la réalité des pratiques culturales actuelles. Ainsi, l'influence des petites quantités de ces résidus sur l'érosion éolienne n'est pas clairement établie. L'objectif visé dans cette étude est de quantifier précisément l'impact de ces résidus de culture en milieu paysan sur l'érosion éolienne au cours du cycle saisonnier. Pour cela, des mesures précises et continues du flux horizontal d'érosion éolienne et des résidus de culture ont été réalisées sur plus de trois ans.

1. MATERIELS ET METHODES

Les parcelles étudiées sont localisées sur le super site AMMA près de Banizoumbou ($13^{\circ}54'N$; $2^{\circ}66'E$) à 70 km à l'Est de Niamey (SW du Niger ; figure 1). Pour mesurer l'impact des résidus de culture sur l'érosion de la surface des champs, deux parcelles (PA et PB) ont été instrumentées en juin 2005. Elles sont de forme rectangulaire et de même taille (100x150 m). Elles sont séparées l'une de l'autre et isolées de l'extérieur par des bandes végétalisées larges de 20 m. Les traitements de PA et PB sont devenus différents à partir du 6 avril 2006. En effet, c'est à cette date que la parcelle PA a été mise à nu par ratissage des résidus de culture, puis maintenue nue par désherbage, ramassage et suppression de toute forme de végétaux. La

parcelle PB est travaillée de manière traditionnelle. Sur cette parcelle, les paysans jugent à quelle période il faut défricher, semer, sarcler et récolter. Il faut noter que ces quatre actions constituent les pratiques culturales de base de la région.

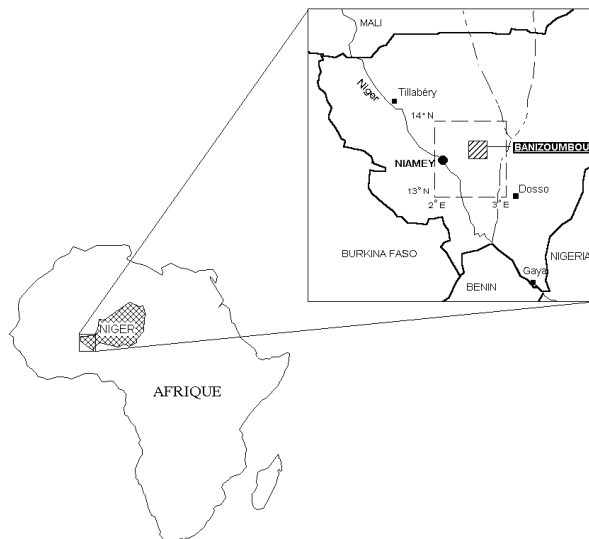


Figure 1 : localisation du site étudié (Banizoumbou, Niger).

L'érosion éolienne est caractérisée sur les parcelles par le flux horizontal exprimé en $\text{kg}\cdot\text{m}^{-1}$ par événement. Il est mesuré par des pièges à sable de type BSNE (Big Spring Number Eight ; Fryrear, 1986). Placés à une seule hauteur, les BSNE renseignent qualitativement sur l'érosion (Michels *et al.*, 1995) ; il est nécessaire de disposer d'au moins 2 niveaux de mesure pour calculer un vrai flux horizontal en intégrant sur la hauteur une courbe théorique ajustée sur les valeurs mesurées (Michels *et al.*, 1995 ; Rajot, 2001 ; Biielders *et al.*, 2002) L'implantation des BSNE est identique sur les deux parcelles : 25 mâts de 3 BSNE, étagés à 5, 15 et 30 cm de hauteur ont été installés sur chacune d'elles.

La vitesse du vent est mesurée en continu par des anémomètres, étagés à 35, 70, 140 et 250 cm sur des mâts implantés au milieu de chaque parcelle. Le profil de vent qu'ils déterminent sert à calculer la hauteur de rugosité aérodynamique (Z_0) qui est la hauteur théorique à laquelle la vitesse du vent s'annule (Stull, 1998). Cette valeur renseigne sur la rugosité du terrain et s'avère être un bon indice de l'érodibilité des sols (Blumberg et Greeley, 1993) : plus elle est élevée plus la rugosité est forte et plus il faudra un vent fort pour provoquer l'érosion. Dans notre cas, en l'absence de thermocouple (profil de température), le calcul est fait en supposant une « neutralité dynamique » et Z_0 est calculée lorsque les vents à 35 cm sont $> 2.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

La végétation des champs cultivés est essentiellement composée de plans de mil pendant la saison des pluies. Durant la saison sèche, la biomasse végétale se compose principalement des résidus de culture (tiges, souches de mil). Les herbes sont aussi présentes, ainsi que quelques débris ligneux. Ces résidus se répartissent de façon hétérogène à la surface des champs.

Le taux de recouvrement par les résidus de culture (exprimé en %) correspond à la proportion de la surface du champ occupée par ces résidus. Il est déterminé par le traitement de photographies de 10 surfaces de référence prises régulièrement sur chaque parcelle. Ces surfaces de 12 m² sont situées à 20 cm à l'Est des BSNE implantés sur les transects qui traversent les parcelles. Les photos sont prises avec un appareil numérique (canon EOS 350) à 6 m au dessus du sol grâce à l'utilisation d'un escabeau. Les photos subissent un traitement préliminaire sous « adobe Photoshop CS » consistant à redresser l'intérieur de la surface de référence et à rendre sa taille proportionnelle aux dimensions réelles (taille photo 900x1200 pixels ; taille surface de référence 3x4 m²). Les photos sont ensuite traitées sous ImageJ qui permet d'identifier les pixels correspondant aux résidus de culture et ceux correspondant au sol nu.

2. RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les mesures de flux d'érosion éolienne ont été menées en continu sur les deux parcelles pendant plus de 3 ans (du 10 juin 2005 au 31 décembre 2008). Deux périodes ont été distinguées dans cette étude : l'une avant et l'autre après la suppression des résidus de culture à la surface de PA par ratissage le 06 avril 2006. Avant cette date, les deux parcelles étaient identiques et cultivées de façon traditionnelle, après cette date, la surface de PA a été maintenue dénudée tandis que PB a continué d'être cultivée de façon traditionnelle.

2.1. DYNAMIQUE DE L'ÉROSION AVANT LE TRAITEMENT DE PA

Du 10 juin 2005 au 6 avril 2006, avant traitement, 18 événements érosifs ont été enregistrés sur PA et PB. Les flux d'érosion sont identiques sur les 2 parcelles (figure 2). Il en résulte donc que ces parcelles s'érodaient de la même façon avant le traitement de la surface de PA. Par conséquent, les différences de fonctionnement entre PA et PB observées après suppression des résidus de culture sur PA peuvent être attribuées à cette modification de l'état de la surface.

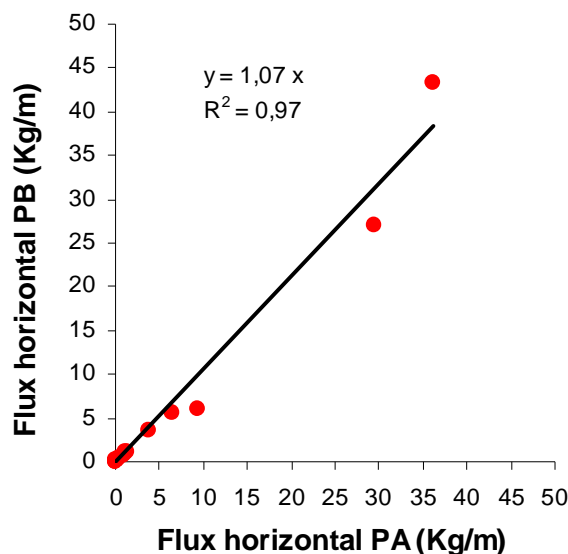


Figure 2 : flux horizontaux moyens sur PA et PB avant ratissage de PA.

2.2. DYNAMIQUE DE L'ÉROSION APRES LE TRAITEMENT DE PA

La rugosité des surfaces cultivées sahéliennes

La physionomie de la surface des champs est intimement liée aux saisons qui caractérisent la zone sahélienne. Durant le début de la saison sèche (d'octobre à décembre/janvier), après la récolte, la surface des champs est un chaume avec des restes de tiges de mil dressées. Ce chaume est ensuite "défriché" par les paysans en janvier et février, c'est-à-dire que les tiges dressées sont dessouchées et couchées sur le sol.

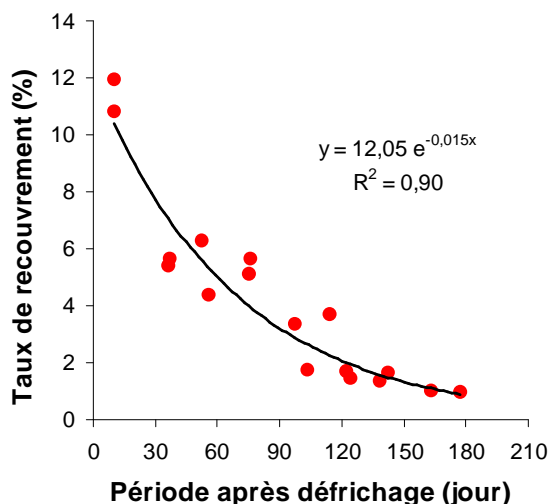


Figure 3 : évolution du taux de recouvrement de PB après le défrichage sur 3 campagnes agricoles.

Le taux de recouvrement par ces résidus de culture est maximal durant les deux semaines suivant le défrichage. Puis, ce taux baisse de façon exponentielle passant de 12 % dix jours après le défrichage à moins de 2 % quatre mois plus tard (figure 3). Cette diminution s'explique par divers facteurs dont l'enfouissement des résidus par piégeage de sédiments, le pâturage, leur utilisation comme combustible ou matériel de construction ou encore leur consommation par les termites. La diminution du taux de recouvrement est plus rapide au début de la période du fait de la présence de feuilles de mil, plus facilement dégradables et/ou transportées que les tiges.

La suppression des résidus de culture sur PA a induit une diminution de rugosité par rapport à PB. La hauteur de rugosité aérodynamique (Z0) sur PA a oscillé entre 10^{-4} m et 10^{-5} m, tandis qu'elle a varié entre 10^{-3} m et 10^{-1} m sur PB, soit une différence de plus de 2 ordres de grandeurs. Durant la fin de la saison sèche et le début de la saison des pluies, la Z0 est donc essentiellement contrôlée par les résidus de culture qui constituent à cette période l'essentiel de la couverture de la surface des champs.

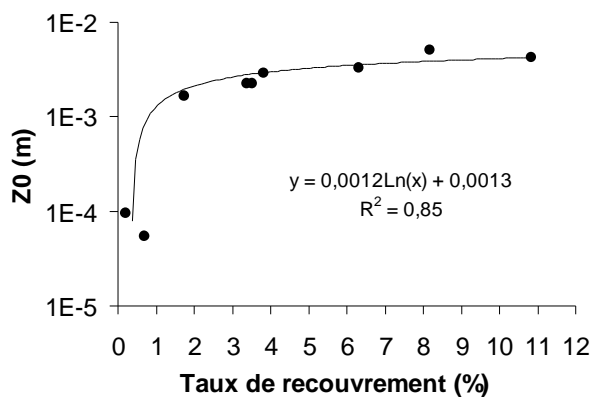


Figure 4 : relation entre la hauteur de rugosité aérodynamique (Z0) et le taux de recouvrement par les résidus de culture.

Les surfaces des champs présentent néanmoins un taux de recouvrement critique de 2% en dessous duquel la hauteur de rugosité (Z0) atteint des valeurs telles que la surface des champs devient extrêmement sensible à l'érosion éolienne (figure 4). Ce seuil critique équivaut en moyenne à 100 kg de résidus de culture par hectare. Nos expériences (figure 3) montrent que si les champs sont défrichés en janvier, le taux de recouvrement par les résidus de culture ne doit pas être inférieur à 12% (environ 800 kg/ha) pour rester au-dessus du seuil critique de 2% durant les périodes des vents plus érosifs du début de la saison des pluies (mai-juin).

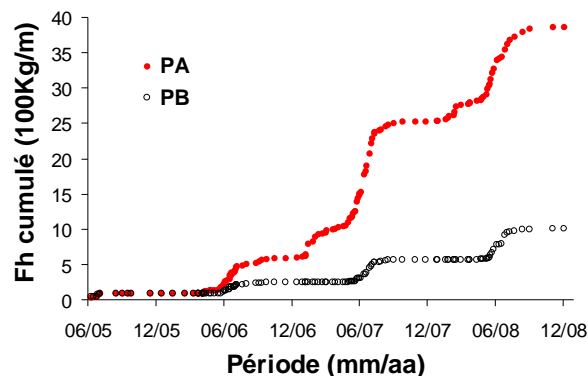


Figure 5 : flux horizontaux (Fh) moyens cumulés sur PA et PB entre juin 2005 et décembre 2008.

Le flux horizontal

Le flux d'érosion éolien a été mesuré de façon continue sur les parcelles PA et PB de juin 2005 à décembre 2008. La différence de taux de recouvrement entre ces 2 parcelles a induit une différence dans l'intensité des flux d'érosion ainsi que dans le cycle saisonnier d'érosion éolienne (figure 5). Sur 3 campagnes agricoles de mesures (avril 2006 à décembre 2008), le maintien de résidus de culture a permis de réduire de 4 fois le flux d'érosion sur PB (914 kg.m^{-1}) comparativement à PA (3777 kg.m^{-1} ; figure 5). Ainsi, la parcelle PB, cultivée traditionnellement, n'est soumise à l'érosion qu'au début de la saison des pluies (de mai à mi-juillet; figure 4) caractérisée par de très fortes vitesses de vent (la vitesse maximale à 2,5 m est de 22 m.s^{-1}).

Ce résultat est comparable à ceux obtenus par Rajot (2001) et Bielders *et al.* (2004) sur les surfaces cultivées du SW Niger. Cependant, malgré ces fortes vitesses de vent, les résidus de culture ont permis de réduire par 3 le flux d'érosion sur PB (819 kg.m^{-1}) comparativement à PA (2559 kg.m^{-1}) aux débuts des saisons des pluies de trois campagnes agricoles (2006, 2007 et 2008). Tandis que les résidus de culture protégeaient la surface de PB, sur PA où le taux de recouvrement est en dessous du seuil des 2%, l'érosion débute dès la seconde partie de la saison sèche, en janvier, (figure 5) consécutivement à une augmentation légère de la vitesse des vents (la vitesse maximale à 2,5 m est de 10 m.s^{-1}). Durant cette seconde partie de la saison sèche, les flux d'érosion mesurés sur PA ont atteint en intensité ceux mesurés sur PB en début de saison des pluies (figure 5).

CONCLUSION

Les champs sahéliens sont particulièrement sensibles à l'érosion éolienne. Les résidus de culture présents à leur surface augmentent leur rugosité et les protègent de l'érosion éolienne. En effet, ces résidus empêchent toute érosion en saison sèche. Au début de la saison des pluies, malgré les vitesses de vent très fortes, les résidus de culture ont permis de réduire de plus de trois fois les pertes par érosion éolienne sur les surfaces cultivées relativement aux surfaces nues. Cependant, un seuil de recouvrement par les résidus de culture apparaît autour de 2 % (100 kg/ha) sur la surface des champs. Il serait donc possible d'éviter la baisse du taux de recouvrement en dessous du seuil en défrichant les champs plus tardivement dans la saison (avril).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Biielders C.L., Michels K., Rajot J.-L. (2000) - On-farm evaluation of ridging and residue management practices to reduce wind erosion in Niger. *Soil Science Society of America Journal*, 64, 1776-1785.
- Biielders C.L., Rajot J.-L., Amadou M. (2002) - Transport of soil and nutrients by wind in bush fallow land and traditionally-managed cultivated fields in the Sahel. *Geoderma*, 109, 19-39.
- Biielders C.L., Rajot J.-L., Michels K. (2004) - L'érosion éolienne dans le Sahel Nigérien : influence des pratiques culturales actuelles et méthodes de lutte. *Sécheresse*, 15(1), 19-32.
- Biielders C., Vrieling A., Rajot J.-L., Skidmore E. (2001) - On-farm evaluation of field scale soil losses by wind erosion under traditional management in the Sahel. In: *Soil erosion research for the 21st century*, Honolulu, 3-5 janvier 2001, 494-497.
- Blumberg D.G., Greeley R. (1993) - Field studies of aerodynamic roughness length. *Journal of Arid Environment*, 25 (1), 39-48.
- Fryrear D.W. (1986) - A field dust sampler. *J. Soil Water Conserv.*, 41, 117-120.
- Lamers J.P.A. (1998). Wind erosion in Niger: Farmer perception traditional techniques to prevent and combat wind erosion and farmer adoption of modern soil conservation. In : Sivakumar MVK, Zobisch M, Koala S, Maukonen T (eds.): *Wind erosion in Africa and West Asia: Problems and control strategies*. Cairo, Egypt, 22-25 April 1997, ICRISAT, 173-186.
- Michels K., Sivakumar M.V.K., Allison B.E. (1995) - Wind erosion control using crop residue. I. Effects on soil flux and soil properties. *Field Crops Research*, 40, 101-110.
- Michels K. (1994) - *Wind erosion in the southern Sahelian Zone; Extent, control, and effects on millet production*. Verlag, Stuttgart, 99 p.
- Rajot J.-L. (2001) - Wind blown sediment mass budget of Sahelian village land units in Niger. *Bull. Soc. géol. France*, 172, 523-531.
- Sterk G., Spaan W.P. (1997) - Wind erosion control with crop residues in the Sahel. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 61, 911-917.
- Sterk G., Jacob A.F.G., Van Boxel J.H. (1998) - Effect of turbulent flow structures on saltation sand transport in the atmospheric boundary layer. *Earth Surface Processes and Landforms*, 23, 877-887.
- Stull R.B. (1998) - *An introduction to boundary layer meteorology*. Atmos. Sci. Library, Boston, 666 p.
- United Nations (2007) - *World population prospects. The 2006 revision population database*. United Nations, population division, <http://esa.u.org/unpp>.