

LA NAPPE PHREATIQUE EN HAUSSE DU SUD-OUEST NIGER, UN PARADOXE SAHELIEN ? NOUVEAU BILAN ET PERSPECTIVES

G. FAVREAU (1), A. GUERO (2), S. MASSUEL (3), Y. NAZOU MOU (4),
M. DESCLOITRES (5), M. LEBLANC (6), B. CAPPELAERE (7) et L. DESCROIX (8)

- (1) IRD, UMR HSM, Tunis, Tunisie (2) MHELD, Niamey, Niger
(3) Université de Montpellier II, Montpellier, France
(4) Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger
(5) IRD, UMR LTHE, IFCWS, Department of civil engineering, IIS, Bangalore, Inde
(6) Monash University, School of Geosciences, Victoria, Australie
(7) IRD, UMR HSM, Montpellier, France (8) IRD, UMR LTHE, Niamey, Niger

Depuis près de 50 ans, la nappe phréatique près de Niamey (Niger) est en hausse quasi-continue (Fig. 1), malgré le double impact d'un affaiblissement de la MOA et d'une exploitation croissante de la ressource.

De premiers travaux (Hapex-Sahel, 1997) ont permis d'expliciter ce paradoxe : au sud-ouest du Niger, la recharge de l'aquifère s'effectue par vidange rapide de mares endoréiques temporaires. Comme ailleurs au Sahel, le déboisement a favorisé le ruissellement vers les mares, et donc la recharge localisée. Pour la ressource souterraine, cet impact positif a outrepassé ceux, négatifs, d'une diminution des pluies et d'une augmentation des prélèvements. Plus récemment, d'autres approches ont permis de préciser à la fois les processus et le bilan de la nappe :

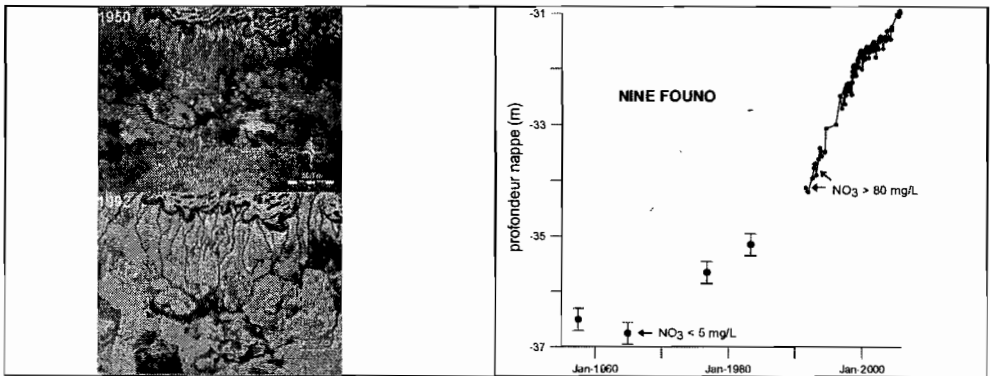


Figure 1 : Densification du réseau de drainage endoréique (à gauche) et hausse de la piézométrie et des nitrates de la nappe phréatique (à droite) suite au déboisement observé depuis 1950.

- (1) la télédétection, en particulier l'analyse de photographies aériennes disponibles depuis 1950, a révélé un triplement de la densité du réseau hydrographique, avec notamment la création de nouvelles mares endoréiques (figure 1),
(2) la géophysique de sub-surface (EM-34, DC), couplée à (3) de nouvelles mesures hydrométriques (piézométrie, limnimétrie) et à (4) des modélisations à base physique (surface et

souterrain), a montré l'existence d'une recharge occasionnelle sous les ravines et les cônes d'épandage situés en amont des mares (Massuel *et al.*, 2005),

(5) La géochimie isotopique ($^3\text{H}_2\text{O}$, $^{14}\text{CITD}$) a permis une quantification de la recharge « naturelle », estimée à quelques mm/an dans les années 1950, aujourd'hui supérieure à 20 mm/an (Favreau *et al.*, 2002) ; l'augmentation durable des teneurs en nitrates de la nappe (figure 1) a été expliquée, notamment par analyse des isotopes stables ($^{15}\text{N}^{18}\text{O}_3$), comme étant provoquée par le déboisement et le lessivage consécutif de l'azote naturel des sols (Favreau *et al.*, 2004),

(6) pour cet aquifère transfrontalier de plus de 150 000 km², une dynamique hydrologique identique a été montrée à plus vaste échelle, avec des hausses piézométriques interannuelles et des taux de recharge similaires (Guéro, 2003).

Au sud-ouest du Niger, la nappe phréatique constitue le meilleur intégrateur à long terme des changements hydrologiques de méso-échelle. Estimé par des enquêtes de terrain, l'usage de l'eau de la nappe reste faible (0,3 mm/an) ; l'impact des puisages anthropiques reste donc négligeable face à une recharge actuelle de plus de 20 mm/an (variable de 1 à 4 selon la pluviométrie) et face à l'impact du déboisement sur le bilan hydrogéologique (augmentation d'un ordre de grandeur de la recharge sur les dernières décennies).

Dans le cadre du programme AMMA, l'application de méthodes plus spécifiques (géophysique : RMP ; physico-chimie : caractérisation des températures de recharge de la nappe ; hydrodynamique : suivis neutroniques de la ZNS profonde) ainsi que la poursuite des suivis hydrométriques à long terme permettront de mieux contraindre et de modéliser plus finement le bilan des flux surface – souterrain de cet aquifère singulier, devenu un cas d'école en Afrique de l'Ouest de l'impact inattendu des changements environnementaux sur le cycle hydrologique.

Références

FAVREAU G. *et al.*, 2002 – Estimate of recharge of a rising water table in semiarid Niger from ^3H and ^{14}C modeling, *Ground Water* 40(2), 144-151.

FAVREAU G. *et al.*, 2004 – Land clearance as the cause of groundwater nitrate increase in semiarid Niger: evidence using nitrate isotopes, Proc. Int. Conf. 09/2004, UNESCO, France, pp. 105-106.

GUÉRO A., 2003 – Etude des relations hydrauliques entre les différentes nappes du complexe sédimentaire de la bordure sud-ouest du bassin des Fullemmeden (Niger) : approches géochimique et hydrodynamique. Thèse de doctorat, Université de Paris-Sud / Orsay, France.

HAPEX-SAHEL, 1997 – *Journal of Hydrology* 188-189 (no. spécial).

MASSUEL S. *et al.*, 2005 – Deep infiltration through a sandy alluvial fan in semiarid Niger inferred from electrical conductivity survey, vadose zone chemistry and hydrological modelling, *Catena* (soumis). (Premiers résultats sur: <http://www.ccr.jussieu.fr/dga/geofcan03/pdf/massuel.pdf>)

Contact : guillaume.favreau@ird.fr

THE RISING WATER TABLE IN SW NIGER, A SAHELIAN PARADOX ? NEW RESULTS AND PERSPECTIVES

For the past 50 years, the groundwater table near Niamey (Niger) has been rising almost continuously (figure 1), despite a dramatic drop in WAM rainfalls and a steady increase in groundwater use.

Preliminary results (Hapex-Sahel, 1997) gave the clues to explain this paradox: in south-western Niger, aquifer recharge occurs mainly by rapid infiltration of water accumulated in seasonal endoreic ponds; consequently to land clearance, surface crusting has enhanced runoff to the ponds, and thus localized recharge. For groundwater resources, this positive impact has exceeded those, negative, of reduced rainfalls and increasing pumpings.

More recently, several approaches were applied to better describe and constrain the hydrological processes and the groundwater balance: (1) remote sensing revealed a spectacular development in the surface area of the hydrological network (figure 1), (2) sub-surface geophysics, together with (3) new hydrodynamic measurements and (4) physically based numerical modelling showed that occasional recharge occurs through main gullies and sandy alluvial fans (Massuel *et al.*, 2005), (5) environmental isotopes were used to estimate a tenfold increase in aquifer recharge (Favreau *et al.*, 2002) and identify land clearance and subsequent leaching of natural soil nitrogen as the cause of recent groundwater nitrate increase (figure 1; Favreau *et al.*, 2004), (6) for this transboundary aquifer, a similar trend has been observed at a wider scale (Guéro, 2003).

In south-western Niger, the unconfined aquifer acts as a natural record of hydrological changes. During the AMMA programme, reinforced surveys and implementation of new methods will aim at further constraining groundwater flux of this remarkable aquifer, now considered as a classic example for unexpected effect on the water cycle of environmental changes in western Africa.



Afrikaanse Moesson Multidisciplinaire Analyse
Afrikanske Monsun : Multidisplinaere Analyser
Analisi Multidisciplinare per il Monsone Africano
Analisis Multidisciplinar de los Monzones Africanos
Afrikanischer Monsun : Multidisziplinäre Analysen
Analyses Multidisciplinaires de la Mousson Africaine

African Monsoon Multidisciplinary Analyses

1st International Conference

Dakar, 28th November – 4th December 2005

Extended abstracts

Isabelle Genau, Sally Marsh, Jim McQuaid, Jean-Luc Redelsperger,
Christopher Thorncroft and Elisabeth van den Akker (Editors)

AMMA International

Conference organisation:

Bernard Bourles, Amadou Gaye, Jim McQuaid, Elisabeth van den Akker

English and French editing :

Jean-Luc Redelsperger , Chris Thorncroft, Isabelle Genau

Typesetting:

Sally Marsh, Isabelle Genau, Elisabeth van den Akker

Printing and binding:

Corlet Numérique
14110 Condé-sur-Noireau
France
numeric@corlet.fr

Copyright © AMMA International 2006

AMMA International Project Office

IPSL/UPMC
Post Box 100
4, Place Jussieu
75252 PARIS cedex 5

Web : <http://www.amma-international.org/>

Email amma.office@ipsl.jussieu.fr

Tel. +33 (0) 1 44 27 48 66

Fax +33 (0) 1 44 27 49 93

All rights reserved.

Back page photo: (Françoise Guichard, Laurent Kergoat)

Convective wind system with aerosols, named "haboob", Hombori in Mali, West Africa.