

*Modélisation des flux thermiques eaux de surface :
eau souterraine sous les mares temporaires du sud-ouest du Niger*

Au sud-ouest du Sahel nigérien, les événements pluvieux d'origine convective induisent une diminution brusque de la température de l'air, conséquence d'intenses précipitations originaires de la haute troposphère à températures négatives. Ces pluies de mousson induisent sur les sols encroûtés un ruissellement Hortonien d'une durée de quelques heures, dont la température des eaux n'atteint que rarement l'équilibre avec celle, plus élevée, de la surface du sol. A l'exutoire, dans des mares endoréiques, l'eau s'infiltre en quelques jours vers la nappe phréatique, située à une quinzaine de mètre de profondeur. La température des eaux de surface (mares et ravines) et de la nappe phréatique a été suivie sur trois années (2004-2006) sur deux petits bassins versants bien instrumentés. L'eau des ravines présente des températures dans une gamme de 22 à 29°C, plus faible que celle de l'eau des mares (25-30°C), toutes deux plus faibles que celle de la moyenne des sols régionaux (32°C). Des enregistrements de la température des eaux souterraines ont également été obtenus sur quelques piézomètres, à des distances variables (0-250 m) du centre des mares. Ces suivis ont été complétés par des profils thermiques dans ces mêmes piézomètres à différentes périodes de l'année. Les mesures indiquent que l'eau souterraine est systématiquement plus fraîche près de l'axe de la mare (28-29°C) et que sa température augmente avec la distance, pour atteindre 31-32°C à quelques centaines de mètres des mares. Cette distribution spatiale confirme que l'eau s'infiltre sous la mare et migre ensuite latéralement, advectant un signal thermique négatif. Ce schéma original des variations de température de la nappe rend possible l'usage du traceur thermique pour mieux contraindre le bilan hydrique à l'échelle du bassin versant. Des investigations complémentaires concerneront la comparaison de ces résultats avec ceux de modélisations numériques en 1D et 2D dans l'année à venir.

P4B.19

Land clearance and long-term changes in the water balance in semiarid Niger. 2 – Quantifying an increase in groundwater recharge using an hydrogeophysical survey

Guillaume FAVREAU¹, Marie BOUCHER², Sylvain MASSUEL³, Jean-Michel VOUILLAMOZ⁴, Marc DESCLOITRES⁵, Marc LEBLANC⁶, Sarah TWEED⁶, Yahaya NAZOU MOU⁷, Anatoly LEGCHENKO⁵, Bernard CAPPELAERE¹

¹ UMR HydroSciences, France ² BRGM, France ³ IWMI, India ⁴ IRD / LTHE, Indo-French cell for Water Science, India ⁵ LTHE, France ⁶ James Cook University, School of Earth and Environmental Sciences, Australia ⁷ Université Abdou Moumouni, Niger

In southwestern Niger, land clearance has resulted in an increase in surface runoff (Favreau et al., 1-) that has, in turn, resulted in steady rise in the groundwater reserves. As groundwater recharge occurs mostly where surface runoff concentrates, the dynamics of the water table is closely related to the drainage network connectivity. A mean rise of 4 m has occurred since the mid-1970s (+15% in aquifer reserves). According to previous geochemical estimates, the recharge rate was a few mm/year in the 1950s, whilst the present recharge was

over 20 mm/year. In order to improve these estimates, hydrogeophysical surveys (Time Domain Electromagnetic (TDEM) and Magnetic Resonance soundings (MRS)) were carried out on about 20 sites in 2005 and 2006. TDEM soundings helped to define the aquifer basement with a good accuracy (± 1 m). MRS were interpreted in terms of aquifer porosity and compared to pumping test data. The average MRS water content was 13% in volume of the aquifer, indicating that the total porosity is higher. The estimated recharge rate was therefore in the order of 0.2 mm/year before land clearance and is now at least 26 mm/year. In terms of water subtracted from atmospheric recycling, this represents a repeated loss in evapotranspiration of about 5% of current rainfall (26/560 mm of annual rainfall, Niamey). Although obviously small, this loss could possibly be significant for the water cycle at a regional scale. These observations and analyses also have implications for freshwater availability and food security in the Sahel.

Déboisement et changement à long terme du bilan hydrique au Niger semi-aride. 2 – Quantification de la hausse de la recharge de l'aquifère par approche hydrogéophysique

Au sud-ouest du Niger, le déboisement a provoqué une augmentation du ruissellement (cf. Favreau et al., 1–) qui a, en retour, résulté en une hausse des réserves en eau souterraine. La recharge de la nappe se produisant essentiellement par infiltration après concentration du ruissellement, la dynamique de la recharge apparaît liée à la connectivité du réseau hydrographique. La hausse moyenne de la nappe est de 4 m depuis les années 1970 (+15% des réserves). Par approche géochimique, la recharge a été estimée de l'ordre du mm/an avant déboisement, pour une valeur actuelle supérieure à 20 mm/an. Pour mieux contraindre ces estimations, des sondages géophysiques non-invasifs (sondages électromagnétiques en domaine temporel et résonance magnétique des protons) ont été effectués sur une vingtaine de sites en 2005 et 2006. Les sondages TDEM ont permis de définir la base de l'aquifère avec une précision métrique, et donc d'améliorer la connaissance de sa géométrie. Les sondages RMP indiquent une teneur en eau proche de 13%, ce qui implique une porosité totale de l'aquifère supérieure. Le taux de recharge de l'aquifère peut alors être considéré de l'ordre de 0,2 mm/an avant déboisement, pour une valeur actuelle minimale de 26 mm/an. En considérant que cette lame d'eau est soustraite à l'évapotranspiration, cela représente une perte récurrente pour l'atmosphère d'environ 5% de la pluviométrie (26 / 560 mm de pluie annuelle, Niamey). Bien que faible, cette perte pourrait être significative pour le recyclage atmosphérique à l'échelle régionale. Ces observations ont aussi des implications importantes pour la disponibilité des ressources en eau et la sécurité alimentaire au Sahel.