

MESURE DU GAIN EN INFILTRATION DE DEUX TYPES D'AMENAGEMENTS DE SURFACE AU SAHEL PAR CONDUCTIVIMETRE EM38

INGATAN A.¹, VANDERVAERE J.-P.², DESCLOITRES M.², BOUZOU MOUSSA I.¹

¹ Département de Géographie, Université Abdou Moumouni (UAM), Niamey, Niger, ingatanaghali@yahoo.fr

² Institut des Géosciences de l'Environnement (IGE, UMR5001, CNRS, IRD, UGA, G-INP), Grenoble, France, jean-pierre.vandervaere@univ-grenoble-alpes.fr

RESUME

Des aménagements anti-érosifs sont suivis par conductivimètre EM38 pour observer leurs effets sur l'infiltration pendant deux saisons pluvieuses. Les valeurs de conductivité électrique apparente sont transformées en stock hydrique grâce à un étalonnage par sondage neutronique. Le gain moyen de chacun des deux types d'aménagement a pu être quantifié à 2.4 pour les banquettes et 3 pour le sous-solage.

Mots clés : aménagement, conductivité électrique apparente, sonde à neutrons, infiltration

MEASUREMENT OF THE INFILTRATION INCREASE FOR TWO TYPES OF SOIL LANDSCAPING DEVICE IN THE SAHEL BY EM38 CONDUCTIVITY METER

ABSTRACT

Anti erosive landscaping devices were monitored by EM38 conductivity meter to observe their effects onto infiltration during two rainy seasons. Apparent electrical conductivity values were transformed into water storage by neutron scattering based calibration. The average gain was 2.4 for the embankments and 3 for subsoiling.

Key words: landscaping, apparent electrical conductivity, neutron scattering, infiltration

INTRODUCTION

Le Sahel est clairement identifié comme l'un des points de la planète les plus vulnérables au changement climatique en cours. Au début des années 70s, la zone sahélienne est entrée dans une phase de déficit pluviométrique qui a duré deux décennies provoquant crises alimentaires et dégradation des écosystèmes (Descroix et al., 2018). Actuellement, on assiste à une reprise des cumuls pluviométriques antérieurs avec une tendance à une fréquence accrue des événements intenses (Panthou et al., 2018) et à l'augmentation subséquente des ruissellements de surface. Face à ce risque environnemental accru, de nombreuses mesures de Conservation des Eaux et des Sols (CES) sont implémentées, notamment à travers l'action des ONG, mais sans qu'une véritable quantification de leurs effets bénéfiques supposés n'ait été mise en œuvre.

Pendant deux saisons pluvieuses (2016, 2017), sur le site de Tondi Kiboro (SW Niger), trois parcelles aménagées en banquettes, deux parcelles aménagées par sous-solage (i.e. remaniement profond du sol) (**Fig. 1**) et une parcelle témoin ont été suivies par sonde à neutrons et conductivimètre EM38, la première servant à étalonner le second pour une estimation quotidienne et cartographiée du stock hydrique.

MATERIEL ET METHODES

Chacune des six parcelles suivies, banquettes (B1, B2 et B3), sous-solage (SL1 et SL2) et parcelle témoin (T) ont été suivies par EM38 quotidiennement en 2016 et 2017 afin d'estimer et cartographier leur conductivité électrique apparente. Pour chacun des 19 événements pluvieux, on dispose ainsi d'un état initial et d'un état final. Pour celui-ci, les mesures ont été réalisées dès la disparition de toute trace

d'eau en surface du sol. Le protocole s'appuie sur des points de mesure espacés de 2m (banquettes) ou 5m (sous-solage et témoin) pour un total compris entre 84 et 189 points suivant les parcelles. Des tubes de sondage neutronique en PVC ont été implémentés jusqu'à 2m de profondeur au nombre de trois (banquettes) ou cinq (sous-solage et témoin) répartis de manière à représenter les zones les plus et les zones les moins humides, a priori. Un pluviographe permet de disposer du hétérogramme de chaque pluie.



Fig. 1 –Aménagements en banquette (gauche) et en sous-solage (droite). Tondi Kiboro (Niger)

Chaque tube d'accès neutronique a donné lieu à des comptages effectués tous les 10 cm de profondeur, ramenés à des valeurs réduites en divisant par un comptage dans un milieu standard en début et en fin de tournée. Des échantillons non remaniés ont été prélevés au voisinage des tubes, jusqu'à 90 cm de profondeur, pour établir les relations d'étalonnage permettant de transformer les comptages réduits en valeurs d'humidité volumique. Le stock hydrique est ensuite calculé par intégration verticale.

Pour alimenter les relations d'étalonnage permettant de calculer le stock hydrique d'après les valeurs conductivités électriques apparentes (en mode vertical), nous avons effectué des mesures autour des tubes d'accès neutronique suivant le "principe des quatre voisins" (**Fig. 2**). Les relations obtenues pour les différents tubes des différentes parcelles étant d'allure linéaire (**Fig. 3**), il s'est avéré possible d'obtenir des estimations de stock hydrique en chaque point de mesure EM38 pour l'ensemble des parcelles. Ces valeurs sont ensuite moyennées pour obtenir des stocks hydriques quotidiens par parcelle. Les variations de stock correspondant à chaque événement pluvieux sont ensuite calculées par différence. En évitant de travailler avec des rapports ou des différences de conductivité apparente, on ne perd pas d'information mesurée.

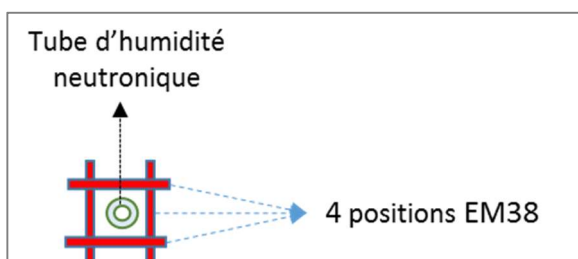


Fig. 2 –Dispositif d'étalonnage de l'EM38 selon le "principe des 4 voisins" basé sur quatre mesures effectuées autour d'un tube d'accès neutronique

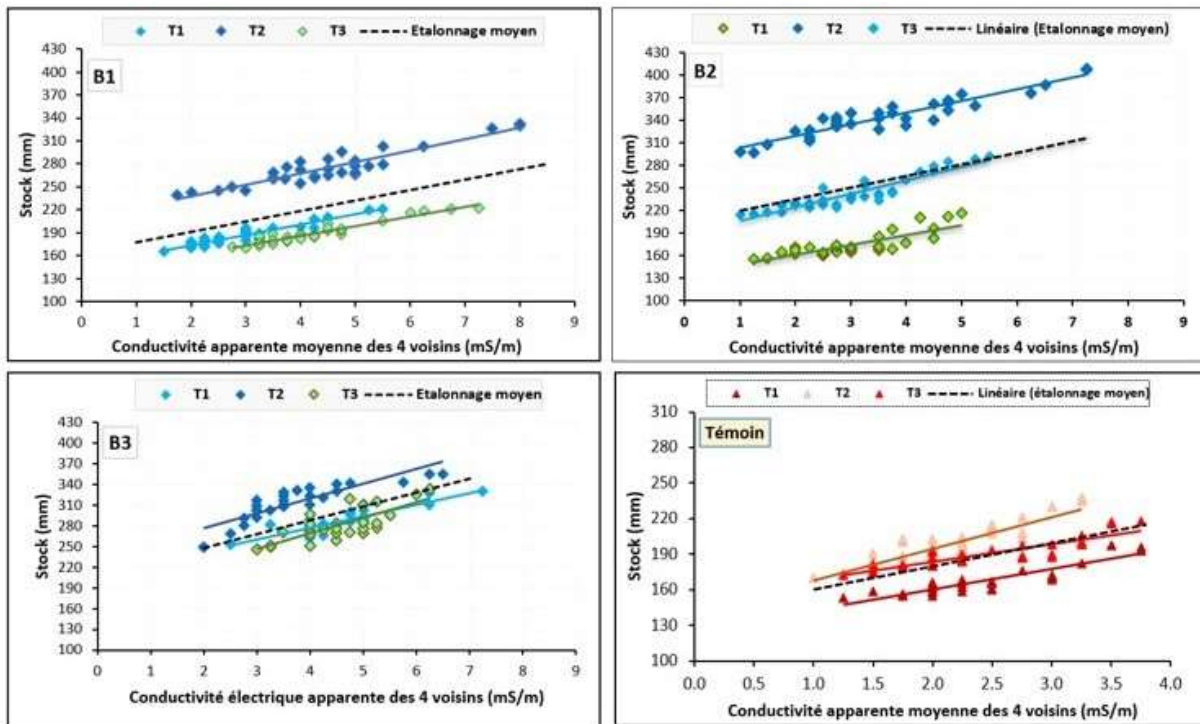


Fig. 3 – Etalonnage de l'EM38 pour les banquettes B1, B2 et B3 et la parcelle Témoin ; le stock est calculé par intégration verticale des mesures neutroniques ; un étalonnage spécifique est réalisé pour chaque tube d'accès neutronique (T1, T2 et T3)

RESULTATS ET DISCUSSION

Les cartographies de stock hydrique obtenues (**Fig. 4**) mettent clairement en évidence le bénéfice en infiltration apporté par les deux types d'aménagement par rapport au témoin (**Fig. 5**). La meilleure humidité avant événement montre que la rétention d'eau entre les pluies est également améliorée.

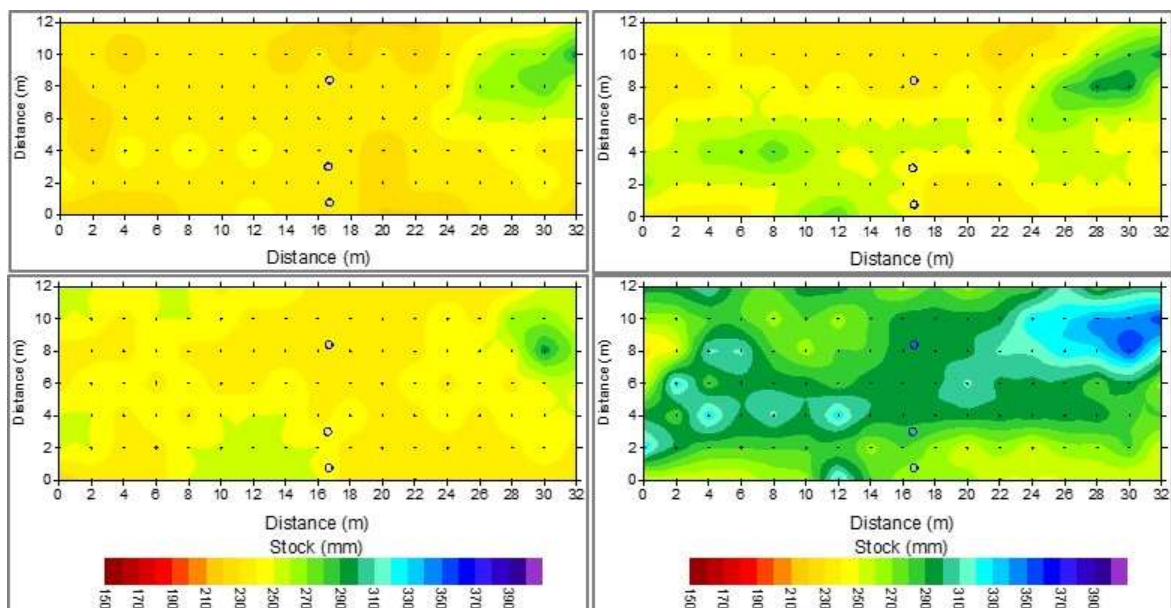


Fig. 4 – Cartes de stock hydrique mesuré par EM38 avant (à gauche) et après (à droite) des pluies de 5mm (en haut) et 67 mm (en bas) pour la banquette B2

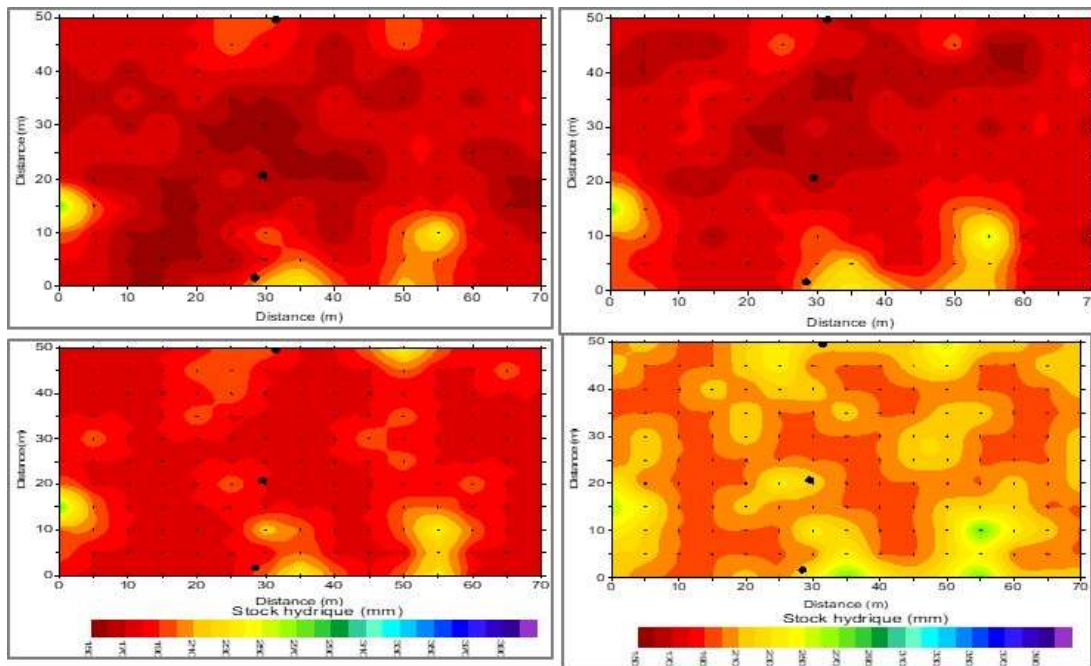


Fig. 5 –Cartes de stock hydrique mesuré par EM38 avant (à gauche) et après (à droite) des pluies de 5mm (en haut) et 67 mm (en bas) pour la parcelle Témoin

Le bénéfice des aménagements se fait également sentir en termes d'augmentation (i) de la teneur en eau du sol en surface et (ii) de la profondeur du front d'infiltration (Ingatan, 2020).

Finalement, par rapport au témoin, le stockage hydrique événementiel dans les banquettes est multiplié par un facteur 2.4, en moyenne. Pour le sous-solage, on atteint même un facteur moyen égal à 3. L'étude de ce gain en fonction du cumul pluviométrique événementiel montre que ce facteur d'efficacité augmente encore pour des pluies au-delà de 40 mm car l'infiltration dans le témoin plafonne dès les événements de 20-25 mm de cumul.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

L'étude menée à Tondi Kiboro sur deux saisons pluvieuses et deux types d'aménagement a montré leur efficacité en termes de stockage hydrique. L'étalonnage du conductivimètre EM38 par les sondages neutroniques permet une estimation ponctuelle du stock et des évaluations moyennes précises de sa variation événementielle. Des études similaires seraient souhaitables en zone exoréique afin de chiffrer le gain préventif en matière d'inondations, à Niamey et dans tout le Sahel.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

DESCROIX L., GUICHARD F., GRIPPA M., LAMBERT L., PANTHOU G., MAHE G., GAL L., DARDEL C., QUANTIN G., KERGOAT L., BOUAITA Y., HIERNAUX P., VISCHEL T., PELLARIN T., FATY B., MALAM ABDOU M., MAMADOU I., VANDERVAERE J.-P., DIONGUE-NIANG A., NDIAYE O., SANE Y., DACOSTA H., GOSSET M., CASSE C., SULTAN B., BARRY A., AMOGU O., NKA NNOMO B., BARRY A., PATUREL E., 2018 – Evolution of surface hydrology in the Sahelo-Sudanian strip: An updated review. *Water*, 37 p.

INGATAN A., 2020 – Evaluation de l'efficacité d'ouvrages antiérosifs sur la rétention d'eau et l'hydrologie des bassins versants du Sud-Ouest du Niger : cas des banquettes et du sous-solage. *Thèse de Doctorat de l'Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger*, 290 p.

PANTHOU G., LEBEL T., VISCHEL T., QUANTIN G., SANE Y., BA A., NDIAYE O., DIONGUE-NIANG A., DIOPKANE, M., 2018 – Rainfall intensification in tropical semi-arid regions: The sahelian case. *Envir. Res. Letters*, 13 (6), 9 p.