

Impact des irrigations sur l'évolution de certaines propriétés édaphiques en milieu aride.

AOUISSAT M¹, BOURAHLA L^{1*}, MANALLAH Z¹. et GHENAMI M¹.

¹Centre Universitaire Salhi Ahmed-Naama, Algérie.

*Auteur correspondant : bourahlalame@yahoo.fr

Résumé : Cette étude consiste à évaluer l'impact des irrigations par des eaux non pluviales sur l'évolution de certaines propriétés pédologiques en zone aride. L'utilisation des eaux souterraines même avec une faible salinité et une faible alcalinité engendrera une modification profonde et une perte de la fertilité des sols tant chimique que physique. En effet, la matière organique se minéralise d'avantage, les symptômes de la salinité et d'alcalinité apparaissent pendant une durée qui ne dépasse pas une décennie d'années et la bonne perméabilité qui caractérise ces sols chute malgré le caractère grossier de la texture.

Mots clés: Zone aride, eau, sol, irrigation, salinité, perméabilité.

Abstract: This study consists to evaluating the impact of the non-rain fed water irrigation on some soil properties evolution in arid zones. In this ecosystem, the use of groundwater for irrigation with even a low salinity and a low alkalinity can result a profound change in soil properties with loss chemical and physical soil fertility. Indeed, the organic matter is rapidly mineralizing; the symptoms of salinity and alkalinity symptoms appear for a period don't exceeding a decade of years and the good permeability that characterizes these soils falls despite the coarseness of the texture.

Keywords: arid zone, water, soil, irrigation, salinity, permeability.

Introduction

En milieu aride, l'activité agricole n'est possible qu'avec l'irrigation, cette dernière repose presque totalement sur la mobilisation des eaux souterraines qui titrent généralement une charge saline relativement élevée (Ziza et al. (2012).

Il est important de signaler que le monde perd en moyenne deux mille hectares de terres arables par jour à cause uniquement des mauvaises pratiques d'irrigation (FAO 2015). En effet, un sol qui a évolué depuis longtemps avec quelques centaines de millimètres d'eau pluviale par an, reçoit brusquement par des irrigations plus de 1000 mm; créant ainsi un dysfonctionnement édaphique et la situation s'aggravera encore si cet apport hydrique est additionné à une salinité (Mathieu, 1987).

Cette dynamique régressive de la pédosphère se manifeste par une détérioration de tous les caractères édaphiques: la réduction de la perméabilité (Rengasamy 2002, Brady et al. 2008), l'accumulation des sels, l'augmentation de la pression osmotique de la solution du sol, l'élévation de l'alcalinisation, la perturbation des cycles géochimiques des éléments fertilisants (Dellal et al. 1992), la diminution du niveau de la biomasse microbienne et de son activité (Bourahla et al. 2016), la sur-minéralisation de la matière humique engendrant ainsi la battance, la dispersion des argiles

et la réduction de la porosité des sols (Boukhari et al. 2016).

Cette étude consiste à évaluer l'impact de la durée de mise en culture sur l'évolution des certaines paramètres des sols soumis à une irrigation en conditions arides et de prévoir l'évolution pédologique.

Matériels et méthodes

Les prélèvements du sol ont été réalisés au niveau des périmètres de mise en valeur (individuels ou collectifs de la commune de Naâma), créés dans le cadre de différents programmes développement de l'agriculture en milieu steppique (APFA, GCA, périmètres collectifs...) (Figure 1).

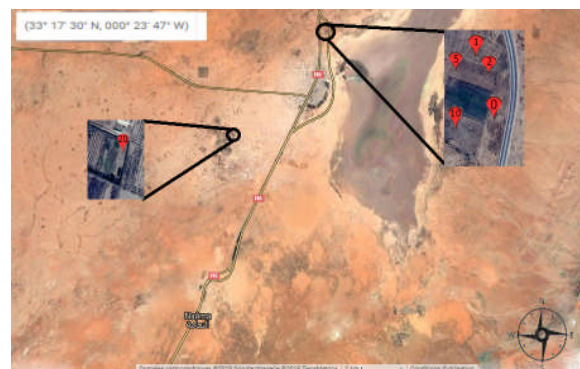


Figure 1. Image satellitaire de la localisation des échantillons.

Une enquête préliminaire synthétique a été effectuée auprès des exploitants sur l'historique de la parcelle mise en exploitation.

L'échantillonnage a été réalisé uniquement dans l'horizon de surface (moins de 20cm) sur des sols calcimagnésiques à forte individualisation du calcaire et dont les caractéristiques pédologiques et hydrologiques sont relativement identiques et ils ne se différencient que par la durée de leur mise en culture (Tableau 1).

Tableau 1. La durée de mise en culture des différents échantillons prélevés.

Code de l'échantillon	La durée de mise en culture
0	Sol steppique non exploité (témoin)
1	Sol steppique exploité pendant une année
2	Sol steppique exploité pendant deux années
5	Sol steppique exploité pendant cinq années
10	Sol steppique exploité pendant dix années
20	Sol steppique exploité pendant vingt ans

L'irrigation est assurée par la mobilisation des ressources hydriques souterraines d'un aquifère d'âge Jurassique dont les caractéristiques chimiques montre une faible variation (généralement le résidu sec ne dépasse pas 2g/l). Les échantillons ont été séchés et tamisés à travers un tamis de 2mm de maille, les analyses physico-chimiques effectuées sont les suivants :

Acidité : Méthode potentiométrique (pH-mètre) sur une suspension sol/eau 1/2,5.

Salinité : Conductivimétrie à partir de l'extrait de la pâte saturée.

Le carbone organique total : Méthode d'incinération à 700 °C.

La conductivité hydraulique en milieu saturé :

Pour éviter le changement poral, des mottes ont été utilisées pour évaluer la perméabilité en milieu saturé, des cylindres ont été enfoncés dans les mottes, puis fixés sur une table, un système d'alimentation en eau réglable est mis en haut de ces derniers afin d'assurer une alimentation continue des échantillons du sol prélevés. La charge d'eau constante sur la surface du sol est assurée à l'aide d'un trop plein qui évacue tout excès d'eau durant l'expérience. La quantité d'eau (Q) qui s'infiltre pendant une heure de mesure est récupérée dans un bac placé sous les cylindres (Figure 2).

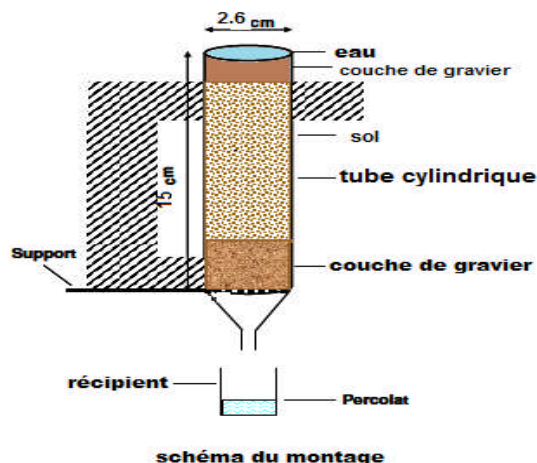


Figure 2. Le schéma de montage de mesure de la perméabilité en milieu saturé.

Résultats et Discussion

1. Evolution de la perméabilité

Les valeurs de la perméabilité chutent de 18,15cm/h pour le sol nouvellement exploité à 4,50cm/h après 20 ans d'irrigation. L'impact de l'irrigation sur l'évolution de la perméabilité est donné dans la Figure 3.

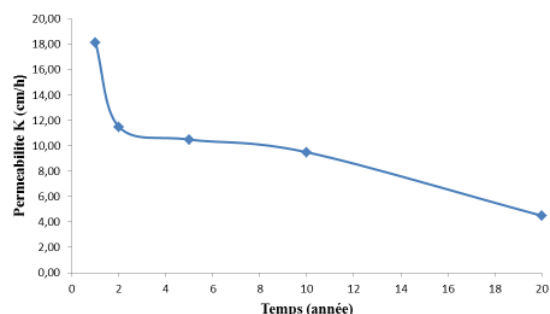


Figure 3. Evolution de la perméabilité en fonction du temps.

Malgré le caractère grossier de la texture, et sous l'effet de cette pratique culturale, la perméabilité diminue brutalement dès le début de l'utilisation de ces sols avant de prendre une décroissance graduelle à caractère asymptotique avec le temps. En effet, l'utilisation des irrigations sous pression pratiquées ces dernières années pourra être l'une des causes de la dégradation de la structure. Ces sols caractérisés par une stabilité structurale éphémère (présence d'une matière organique faiblement polymérisée et fortement minéralisable) alors dès que ces gouttelettes arrivent à la surface des sols provoquent l'éclatement des agrégats en engendrant une diminution de la perméabilité. Même constatation a été faite par Derdour (1981) qui a montré que la diminution de la perméabilité des sols salés est une conséquence directe de la dispersion des colloïdes. Cette valeur nouvellement acquise n'atteint pas le seuil de l'imperméabilité étant donné que le caractère grossier de la texture entrave cette réduction.

2. Evolution de la salinité

Les valeurs de la conductivité électrique augmentent de 0,88dS/m pour le sol nouvellement exploité à 12,77dS/m après 20 ans d'irrigation. L'impact de l'irrigation sur l'évolution de la salinité est donné dans la Figure 4.

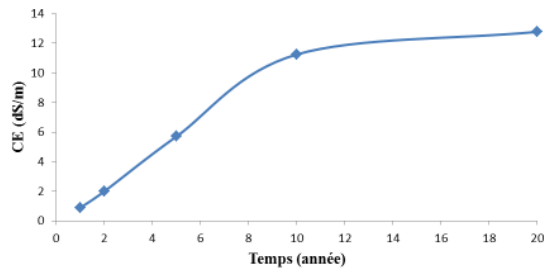


Figure 4. Evolution de la conductivité électrique en fonction du temps.

Cette pratique d'irrigation a engendré une élévation significative de la salinisation du milieu dès le début de la phase de mise en valeur. Ces résultats sont en concordance avec ceux trouvés par Ferers (1983) qui a montré que la salinisation est normalement un processus de long terme, néanmoins, peu d'irrigations avec eau chargée en sels peut saliniser le sol en une seule campagne. L'irrigation par cette eau de tel caractère, en particulier dans ces régions arides où l'évaporation dépasse largement les précipitations, combinée avec une diminution du niveau de la perméabilité, provoquera une accumulation saline au niveau de l'épipedon. Pratt et al. (1999) ont montré que l'aptitude d'eau à l'irrigation est largement influencée par la conjugaison de la qualité, la quantité des sels solubles, les caractères physico chimiques du sol, les conditions climatiques de la région et les modes d'irrigation. Burt et al. (1995) ont montré que la distribution du sel au niveau du profil pédologique dépend du système d'irrigation appliqué, sous tel type d'irrigation (aspersion), l'écoulement vertical vers les couches les plus profondes du sol est prépondérant ce qui limite l'évacuation latérale des sels (drainage oblique).

3. Evolution de l'alcalinité

Pendant 20 ans d'irrigation, la valeur de pH manifeste une faible variation. L'impact de l'irrigation sur l'évolution de l'alcalinité est donné dans la Figure 5.

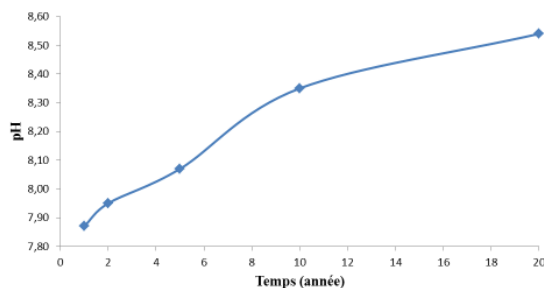


Figure 5. Evolution du pH en fonction du temps.

La valeur du pH reste dans la gamme du moyennement alcalin avec une légère augmentation avec le temps c'est une propriété des sols calcimagnésiques. En effet, la richesse en cations alcalinoterreux particulièrement les ions calciques et la présence d'un complexe adsorbant très saturé a fort pouvoir tampon entravent toute variation brutale du pH. Même remarque a été observée par Oustani (2006) qui a montré que la réaction du sol est influencée par la nature des sels existants dans le sol (sel a caractère acide, neutre ou basique), d'autant plus l'aridité climatique garde ces cations à l'intérieur du profil et limite la désaturation du complexe adsorbant.

4. Evolution de la matière organique

Les valeurs estimées de la matière organique confirment la faiblesse de la fertilité de ces sols et la sur-minéralisation de ce compartiment. L'évolution du stock organique dans le sol au cours de la durée d'exploitation est donnée dans la Figure 6.

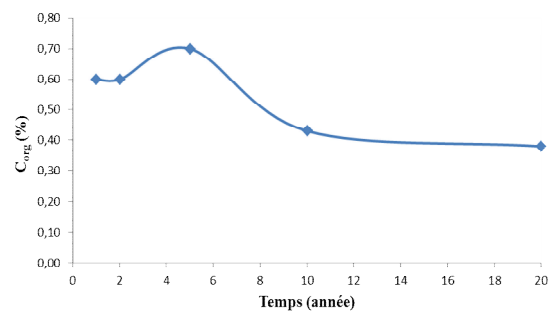


Figure 6. Evolution du carbone organique en fonction du temps.

L'allure générale de la courbe d'évolution montre la présence de deux phases :

La première phase au cours des cinq premières années où on assiste à une augmentation des teneurs en carbone sans qu'il y ait une amélioration du niveau de la fertilité. Cette augmentation est due principalement à l'itinéraire technique pratiqué d'une part et d'autre part aux caractéristiques intrinsèques de la matière organique de ces sols. En effet, au cours de cette phase l'impact du travail du sol a mis à la disposition de la microflore du sol une ressource en matière organique au paravent inaccessible (matière organique des sols calcimagnésiques est enrobée par la gangue calcaire) ce qui a stimulé l'activité et la multiplication microbienne et par conséquent une élévation des teneurs en matière organique.

La deuxième phase est caractérisée par une réduction du niveau organique avant de se stabiliser à des seuils plus bas comparativement à ceux du début de la phase d'exploitation et ceci malgré les amendements humiques pratiqués. Ce comportement est attribué à l'effet défavorable de l'augmentation de la salinité et la présence des ions à caractère oxydants (les chlorures surtout).

Ces résultats confirment ceux trouvés par de nombreux auteurs qui ont démontré l'impact négatif de la salinité sur le comportement biologique des sols (Mellouhi et al. 1984, Dellal et al. 1992, Bourahla 2016).

Conclusion

Les résultats de cette étude ont permis d'évaluer l'impact des irrigations sur le comportement de certains indicateurs édaphiques des régions steppiques d'Algérie. L'ensemble de ces résultats ont démontré que l'évolution actuelle des sols soumis à la mise en culture tend vers une salinisation de nouvelles terres et un changement pédologique. Au vu des résultats obtenus, et malgré le caractère grossier de la texture, la perméabilité diminue brutalement dès le début de l'utilisation de ces sols avant de prendre une décroissance graduelle à caractère asymptotique avec le temps et sans qu'elle atteindra obligatoirement le seuil de l'imperméabilisation du sol. En effet, l'utilisation des irrigations sous pression pratiquées ces dernières années pourra être l'une des causes de la dégradation de la structure et par conséquent une réduction de la perméabilité. Les résultats des mesures de la conductivité électrique du sol obtenues montrent que quoi que cet aquifère reste relativement peu salé, l'irrigation a engendré une élévation significative de la salinité du milieu dès le début de la phase de mise en valeur, de ce fait, l'irrigation avec une eau même faiblement salée, dans ces régions arides où l'évaporation dépasse largement les précipitations, provoquera une accumulation saline à la surface du sol faute de l'absence d'une pluie à caractère percolant. L'évolution de l'alcalinité montre une légère augmentation avec le temps et qui se corrèle avec la salinité ce qui prévoit le développement d'une salinité à voie alcaline et dont les symptômes de cette dernière précèdent ceux de l'alcalinité. L'évolution du carbone organique démontre une tendance à la minéralisation de ce stock et une perte de la fertilité. Ce type de travail du sol a dérobé le peu de matière organique au paravent protégée par la gangue calcaire en l'exposant à une sur-minéralisation additionnée à un faible turnover (faible restitution, humification ralentie). Après une décennie d'années un nouveau seuil de matière organique était établi mais dont la quantité est inférieure à sa valeur initiale, ce niveau correspond principalement à la biomasse microbienne qui échappe de la dégradation et qui trouve un refuge à l'intérieur des agrégats du sol (microorganisme sporulé en dormance et peu exigeant en facteurs de croissance). Dans ces écosystèmes fragiles, dont la ressource hydrique fait défaut et dans le cas où l'irrigation par ces eaux s'avère indispensable, cette dernière ne devra être que complémentaire aux eaux pluviales et elle n'est utilisée que pour régénérer la végétation fourragère endémique dont le but de ne pas perturber le fonctionnement pédologique de ces régions.

Références bibliographiques

- Boukhari Y., Mederbal K., Bourahla L., 2016.** The Phytomass Variability in Algerian Steppic Zones. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences* 6 (10), 87-94
- Bourahla L., 2016.** Etude du comportement de la biomasse microbienne des sols steppiques d'Algérie. Th. Doct. Univ. Mascara 110 p.
- Bourahla L., Dellal A. and Boukhari Y., 2016.** Effect of salinity on microbial biomass behaviour. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 6(10)115-120, 2016
- Brady T., Konkle T., Alvarez G.A. and Oliva A., 2008.** Visual long-term memory has a massive storage capacity for object details. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*. 105, 14325–14329.
- Dellal A. et Halitim A., 1992.** Activités microbiologiques en conditions salines: Cas de quelques sols salés de Relizane (Algérie). *Cahiers d'Agriculture*. 1:335-340.
- Derdour H., 1981.** Contribution to the study of the influence of exchangeable sodium on the behavior of the soil compaction. *Magister thesis INA Algiers*, 46p.
- FAO., 2015.** Etat des ressources en sols dans le monde Rapport techned. *FAO 79p*.
- Fereres E., 1983.** Short and long term effects of irrigation on the fertility and productivity of soils. In. *Nutrient Balances and the need for fertilizers in semi-arid and arid regions. Proceedings IPI. Morocco*, 283 – 304.
- Mathieu C., et Ruellan A., 1987.** Evolution morphologique de sols irrigués en région méditerranéenne semi-aride : L'exemple de la Basse-Moulouya (Maroc). *Cah. ORSTOM, ser. Pedol. vol. 1:3-25*.
- Mellouhi N. et Jacquin F., 1984.** Essai de corrélation entre les propriétés biochimiques d'un sol salsodique et sa biomasse. *Soil Biol Biochem.* 17(2):23-27.
- Oustani M., 2006.** Contribution à l'étude de l'influence des amendements organiques (fumier de volailles et fumier de bovins) sur l'amélioration des propriétés microbiologiques des sols sableux non salés et salés dans les régions Sahariennes (Cas de Ouargla), Mémoire de Magister en Agronomie Saharienne, Université KasdiMerbah, Ouargla, 187p
- Pratt P. and Suarez D., 1999.** Irrigation water quality assessments. In K.K. Tanji, ed. *Agricultural salinity assessment and management. ASCE Manuals and Reports on Engineering Practices No. 71. New York, The United States of America, American Society of Civil Engineers.*
- Rengasamy P., 2002.** Transient salinity and subsoil constraints to dry land farming in Australian sodic soils: An overview. *Aust. J. Exp. Agric.* 42, 351–361.
- Ziza F., Daoud Y., Laboudi A., Zouahra A. et Bradai R., 2012.** Evolution de la salinité dans les périmètres de mise en valeur et conséquences sur la diminution des rendements du blé dans une région saharienne: cas de la région d'Adrar Algerian *journal of arid environment* vol. 2, n° 2, Décembre 2012 :4-15.