

Diagnostic de l'état actuel du sol et de l'eau d'irrigation au niveau des périmètres agricoles de Hassi ben Abdallah à la région de Ouargla sud-est Algérien

Med Hichem BOUTELLI¹ & Nabil MAKHLOUFI² & ZEDDOURI Aziez³

1-Département d'hydraulique et de génie civil, Faculté des sciences et technologie Université de Ghardaia, Algérie

2-Université Kasdi Merbah-Ouargla. Algérie

3-Laboratoire des aquifères pétrolières, gazières et hydriques Université Kasdi Merbah-Ouargla. Algérie

Medhichem_boutelli@yahoo.fr

Résumé :

Le recours à l'irrigation par les eaux souterraines pour la majorité des cultures est une nécessité inévitable dans les régions arides qui se caractérisent par une évaporation intense et des précipitations rares et irrégulières. Cependant, elle peut entraîner des effets néfastes qui peuvent se manifester, à long terme, sur l'eau et accompagner à l'apparition de processus de sodisation, de salinisation ou d'alcalinisation du sol.

Le présent travail a été réalisé au niveau des périmètres agricoles représentatifs irrigués dans la commune de Hassi Ben Abdallah à la région d'Ouargla par les eaux de la nappe moi-pliocène. Le principal objectif de ce travail est d'évaluer les impacts de l'utilisation de ces eaux en irrigation. Dans ce contexte, un diagnostic détaillé de la situation actuelle de ces périmètres a été réalisé à travers une campagne d'échantillonnage et une analyse de l'eau et du sol.

La caractérisation physique et pédologique du sol a montré que le sol des périmètres étudiés, est un Sol de texture sableuse à sablo-limoneuse, ce qui permet de dire que notre sol est filtrant et drainant caractérisé par une forte perméabilité mais à faible capacité de rétention. Ce sol est pauvre en matière organique puisque la teneur est variée entre 0,12 à 0,23 %. La caractérisation chimique concernant l'eau d'irrigation a montré que l'eau est légèrement alcaline avec un pH de 7,40. Concernant le sol la valeur moyen de pH pour les différents échantillons est proche de celle de l'eau d'irrigation. La Conductivité électrique (CE) est de 0,10 à 3,98 dS/m, elle indique qu'il s'agit d'un sol non salé à très salé dans certaines zones correspondant aux profils W1 et J4. L'eau d'irrigation utilisée présente une forte salinité avec des valeurs de CE varie de 6,66 à 5,11 dS/m, ainsi que des valeurs élevés en chlorures et en sulfates.

Mots clés : Diagnostic ; Eau d'irrigation ; Sol ; Salinité ; Périmètre.

I.INTRODUCTION :

Le Sahara est connu par l'aridité de son climat et les terres arides et hyperarides qui représentent 84 % de la superficie de l'Algérie. La partie septentrionale de son territoire recèle d'importantes ressources en eau souterraines emmagasinées dans les deux grands aquifères, principalement le Continental Intercalaire et le Complexe Terminal.

L'irrigation avec des eaux riches en sels peut entraîner la fixation de sodium sur le milieu adsorbant du sol, donc un processus de salinisation, avec ses conséquences éventuelles pour les propriétés du sol : tendance à la dispersion des argiles, à la dégradation de la structure, à la perte de perméabilité et à l'asphyxie des plantes. L'intensité du processus de salinisation dépend des caractéristiques du sol que l'on veut irriguer, de la qualité des eaux utilisées, des conditions de leur emploi et en particulier l'efficacité du système de drainage. Cependant, ces pratiques d'irrigation ont engendré la modification du fonctionnement des sols et accru le risque de salinisation.

En Algérie, plus de 20 % des sols irrigués sont concernés par le problème de salinité. Région de Ouargla se caractérise par un climat aride très sévère, avec une rareté pluviométrique et une forte évapotranspiration et une salinisation des sols qui commence à prendre de l'ampleur. La sécheresse et l'inexistence des eaux de surface ont obligé les agriculteurs à utiliser les eaux souterraines comme source unique d'irrigation. Ces dernières sont de qualité médiocre et leur utilisation peut avoir des conséquences néfastes sur la qualité des sols.

Les objectifs fixés dans le cadre de ce travail de recherche est d'évaluer la qualité des eaux souterraines utilisées dans l'irrigation et les risques éventuels de la dégradation des sols dans notre région par la salinité au sein des constituants de l'écosystème oasien, principalement les éléments sol et eau, et de traiter la dynamique des sels dans le milieu hydro-édaphique.

II. MATERIEL ET METHODES

II.1. Sites expérimentaux

Les deux Périmètres étudiés sont situés dans la commune de Hassi ben Abdallah à environ de 25 km au centre de la ville de Ouargla. Le premier périmètre qui s'appelle périmètre des jeunes se trouve au nord-est de l'agglomération de Hassi ben Abdallah à environ de 4 km. Le deuxième périmètre qui s'appelle périmètre El-Wifak se trouve à côté de la route nationale N° 49 au sud-est de l'agglomération de Hassi ben Abdallah (figure 1a). La région Ouargla est caractérisée par un climat aride où les précipitations sont rares et irrégulières. Les périmètres ont été créés respectivement en 1991 et en 1985, Ils couvrent 432 ha de superficie découpés en 144 parcelles de 3 ha de chacune. Ces périmètres caractérisés par un sol pauvre en matière organique et de texture dominée par les sables fins et des occupations culturelles de la région d'Ouargla. Ils répondent aux critères fixés : superficie suffisante, eau d'irrigation provenant d'une nappe profonde de qualité médiocre. L'irrigation a été pratiquée par submersion et par goutte à goutte. Les cultures pratiquées sont diversifiées à savoir : le palmier dattier, le medicago, les cultures maraîchères et l'arboriculture. Du point de vue assainissement, l'absence d'un réseau de drainage aussi bien à la surface qu'en profondeur est expliquée par son coût élevé et en particulier par la taille réduite des parcelles dans le périmètre.

II.2. Echantillonnage

Les échantillons de sol ont été prélevés durant l'été 2017, dans parcelles des périmètres. En effet, deux profils de sol par parcelle (irrigué et non irrigué) ont été prélevés d'une manière systématique à la tarière de façon à avoir un échantillon pour chaque 30 cm (5 couches) jusqu'à

la profondeur 150 cm. Au total, 45 échantillons ont été prélevés. Ces échantillons ont été par la suite séchés à l'air libre, broyés puis tamisés à 2 mm à fin d'effectuer les analyses physiques et chimiques.

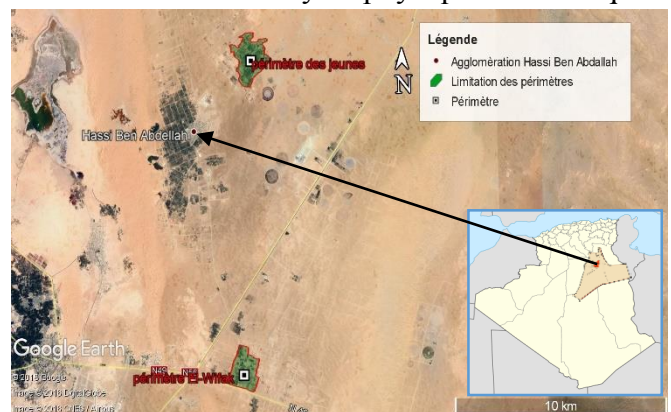


Figure n°01 : Localisation des périmètres étudiés
Image extraite de google earth le 30/10/2018 (Image satellite). Les échantillons de sol ont été prélevés pour chaque couche de profils de sols irrigués et non irrigués jusqu'à une profondeur de 150cm.

II.2. Analyse de l'eau et du sol

Les paramètres chimiques de l'eau d'irrigation sont le pH, la conductivité électrique (CEw), le résidu sec (RS), les cations (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ et Na^+) et les anions (SO_4^{2-} , Cl^- et HCO_3^-). Le pH a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre en plongeant directement l'électrode de 6 à 8 cm dans l'eau d'irrigation. La mesure de la CEw a été évaluée à l'aide d'un conductimètre équipé d'un dispositif de correction de température qui permet une lecture directe à la température de référence de 25 °C. Le RS a été mesuré par séchage total d'un volume de 50 ml de l'extrait aqueux à l'étuve à 110 °C pendant 24 heures.

L'analyse de la composition ionique de l'eau a été faite par le dosage volumétrique en se basant sur le principe de MOHR pour les chlorures (Cl^-), les carbonates (CO_3^{2-}), les bicarbonates (HCO_3^-), le calcium (Ca^{2+}) et le magnésium (Mg^{2+}) et par spectrophotométrie à flamme pour le sodium (Na^+), le potassium (K^+) et les sulfates (SO_4^{2-}). Les cations Ca^{2+} , Mg^{2+} et Na^+ ont permis d'obtenir le taux du sodium adsorbé (SAR) selon l'équation (1).

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}} \quad (1)$$

Avec : Na^+ , Ca^{2+} et Mg^{2+} sont exprimés en méq/l

Il existe plusieurs relations empiriques entre le SAR et l'ESP (pourcentage de sodium échangeable). La relation la plus classique et la plus utilisée est celle proposée en 1954 par L.U.S.S.L sur la base des mesures réalisées sur 59 types de sols différents selon l'équation (2).

$$ESP(\%) = \frac{100(-0,0126 + 0,01475 \times SAR)}{1 + (-0,0126 + 0,01475 \times SAR)} \quad (2)$$

Les analyses physico-chimiques du sol effectuées sont : l'analyse granulométrique, la matière organique (MO), le pH, la capacité d'échange cationique (CEC), la conductivité électrique de l'extrait dilué 1/5 et le bilan ionique de la solution du sol. L'analyse granulométrique a été réalisée au "laboratoire des aquifères pétrolières, gazière et hydriques à l'université de Ouargla". Elle a été effectuée sur les échantillons pour chaque horizon du périmètre.

III. RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. Caractérisation chimique de l'eau d'irrigation

L'étude de la qualité de l'eau dans les périmètres étudiés est réalisée sur les trois forages qui existent dans ces périmètres deux forages de la nappe miopliocène et un forage de celle albienne. Le tableau n°1 montre que cette eau se caractérise par l'abondance des chlorures et du sodium et du calcium. Elle a, par ailleurs des concentrations faibles en potassium et en bicarbonates. L'eau présente un faciès géochimique chloruré sodique. Le SAR a varié de 1,16 à 2,25. La conductivité électrique varie de 2250 à 6600 $\mu\text{S}/\text{cm}$, c'est-à-dire la salinité est forte. Cette eau n'est utilisable que si l'on pratique un lessivage intense et pour des cultures très tolérantes ; sinon l'eau est très dangereuse sur sols faiblement drainés et peut présenter dans une certaine mesure un danger sur la plupart des cultures.

Tableau n°01 : Etude de la qualité de l'eau d'irrigation au niveau des périmètres étudiés.

Caractéristiques		Unité	Miopl101	miopl102	albien
CE à 25 °C		mS/cm	5,11	6,66	2,55
température		°C	21,2	23,4	47,8
Résidu sec		mg.l ⁻¹	2,2	1,6	1,4
PH			7,4	7,4	7,7
Bilan ionique	Na ⁺	mg.l ⁻¹	202,98	242,09	84,54
	K ⁺		13,65	18,60	15,63
	Ca ⁺⁺		248,50	304,61	164,33
	Mg ⁺⁺		160,41	157,98	43,75
	HCO ₃ ⁻		21,74	39,93	25,38
	Cl ⁻		4029,01	5452,80	2044,80
SO ₄ ⁻			159,00	191,00	100,00
SAR			2,02	2,25	1,16

III.2. Caractérisation physico-chimique du sol :

Ce type d'analyse est effectué sur l'extrait dilué 1/5 du sol prélevés au niveau des deux périmètres agricoles, nous avons présenté les résultats sous forme des tableaux qui regroupent tous les paramètres physiques et chimiques mesurés dans chaque sondage.

Tableau n°02 : analyses physico-chimiques effectuées sur les sols au niveau des périmètres étudiés.

Caractéristiques		Unité	Min	Max	Moyen
CE à 25 °C		mS/cm	0,10	3,98	0,54
Salinité		g.l ⁻¹	0,05	1,83	0,25
Résidu sec		mg.l ⁻¹	0,00	5,40	1,93
PH			6,50	8,50	7,61
Humidité			0,91	20,54	6,98
Taux du Calcaire		%	0,00	6,90	2,66
Matière organique			0,12	0,23	0,17
Teneur en sels solubles dans l'extrait 1/5	Na ⁺	mg.l ⁻¹	74,95	182,98	113,86
	K ⁺		1,41	23,88	6,43
	Ca ⁺⁺		9,62	272,54	68,19
	Mg ⁺⁺		3,89	145,83	30,16
	HCO ₃ ⁻		0,07	26,62	13,24
	Cl ⁻		75,73	2514,35	310,87
SO ₄ ⁻			37,00	265,00	82,69
SAR			1,45	6,78	3,74
ESP		%	0,88	8,03	4,03

III.2.1. Analyses granulométrique :

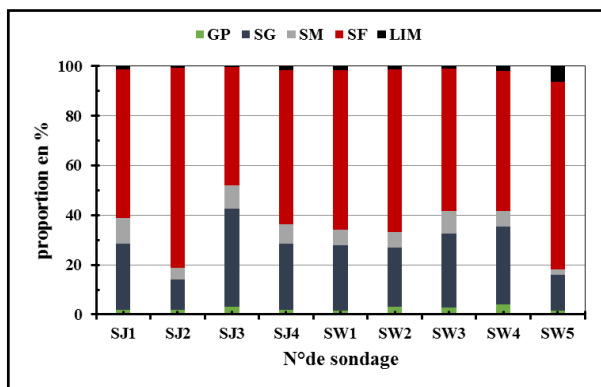
L'étude granulométrique des sables des périmètres étudiés, a permis de déterminer cinq classes granulométriques. Il s'agit des limons ; des sables fins, des sables moyens, des sables grossiers et des graviers petits

Le limon est très peu. Il a des proportions variant entre (0,52 et 1,56) % ;

Le gravier petit est peu par rapport au limon. Il a des proportions variant entre (1,62 et 4,13) % ;

Le sable fin est situé à des profondeurs variables et le plus dominante car Il présente les proportions les

plus élevées et varient entre (47,62 et 80,55)% ;
 Le sable grossier présent comme la deuxième catégorie dominante par rapport au sable fin dont les proportions varient entre (11,99 et 39,56) % ;
 Le sable moyen est classé comme la troisième catégorie dominante par rapport aux autres catégories. Il a des proportions varient entre (2,42



et 10,27) %.

Figure n°02. Proportions des classes granulométriques des sables au niveau des périmètres étudiés.

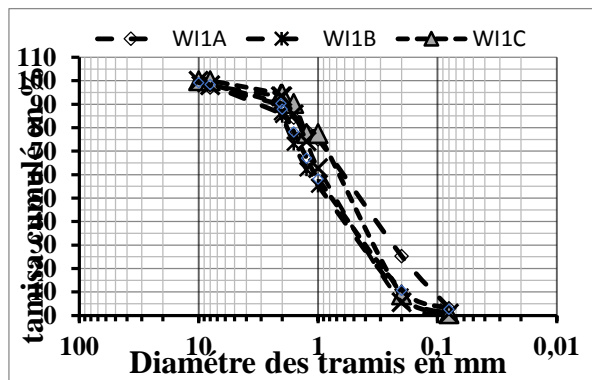


Figure n°03. Faciès granulométriques des sables au niveau des périmètres étudiés

III.2.2. Faciès géochimique du sol

La projection des différents points sur le diagramme ($Mg^{2+}/Na^+ : SO_4^{2-}/Cl^-$), nous donne une vue d'ensemble sur la répartition des faciès géochimiques au niveau des eaux d'irrigation et au niveau du sol dans les périmètres étudiés

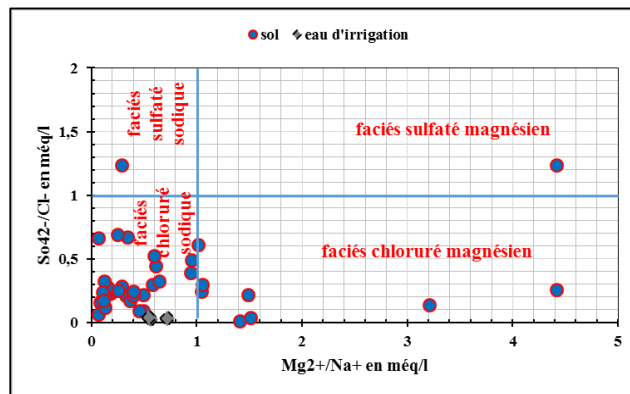


Figure n°4. Faciès géochimiques de l'eau d'irrigation et du sol par les rapports Mg^{2+}/Na^+ et SO_4^{2-}/Cl^-

La Figure n°4 montre un faciès dominant dans le sol, le faciès chloruré sodique (79,19% des échantillons), et par un degré plus moindre le faciès chloruré magnésien 19,04 % des échantillons).

Pour l'eau d'irrigation on a trouvés que les trois échantillons sont situés dans le faciès chloruré sodique.

IV. CONCLUSION :

Au terme de ce modeste travail, il paraît important de renforcer le contrôle de la salinité dans les périmètres irrigués (et dans toutes les aires agricoles où est menée l'irrigation) et de promouvoir le développement de l'expertise sur ces questions. Ce besoin de renforcement s'explique d'abord par le contexte général de l'eau et de la salinité dans notre région : tensions croissantes sur la ressource, performance des systèmes en place souvent faible, manque de connaissance sur les évolutions (notamment de salinité) en cours. Ce besoin d'expertise s'explique ensuite par la nécessité de développer, d'évaluer et de promouvoir des méthodes adaptées aux différents contextes écologiques de notre pays.

Les sols dans les périmètres irrigués dans la zone de Hassi Ben Abdallah, se caractérisent par une salure moyennement élevée de l'horizon de surface.

Les sols des périmètres étudiés sont caractérisés par un faciès chimiques dominant chloruré sodique,

Un échange des minéraux entre l'eau d'irrigation et le sol en faveur des éléments

sursaturés dans l'eau. Ces derniers vont se précipiter dans le sol, ce qui explique l'évolution des teneurs.

Le profil horizontal dans le sens vertical, les teneurs en sulfate et en chlorure diminuent dans les horizons plus profonds, ce qui signifie une migration ascendante des sels à la surface du sol (remontée capillaire des sels).

Les eaux d'irrigation, se caractérisent par une conductivité électrique importante et traduit une minéralisation élevée des eaux de la nappe miopliocène.

Cette dernière se trouve influencée, tant par les évaporites que par les carbonates, et tant par les chlorures que par les sulfates. Le faciès géochimique dominant est chloruré sodique.

REFERENCES

- [1] A.GNING, 2015 : Etude et Modélisation Hydrogéologique des Interactions Eaux de Surface-Eaux Souterraines dans un Contexte d'Agriculture Irriguée dans le Delta du Fleuve Sénégal, 39p. , 49p.
- [2] Louati D., Majdoub R., et Abida H. - 2017 - Diagnostic de l'état actuel du sol au niveau du périmètre public irrigué Zelba 1 de la région de Mahdia (Sahel Tunisien) Etude et Gestion des Sols, 24, 73-82
- [3] GOUAIDIA L, GUEFAIFIA O, BOUDOUKHA A. & HEMILA ML, 2013 : Evaluation de la salinité des eaux souterraines utilisées en irrigation et risques de dégradation des sols : Exemple de la plaine de Meskiana, nord-est algérien, 86p, 84.
- [4] N. CONDOM, 2000: Analyse et modélisation couplée des processus hydro-géochimiques de la salinisation des sols. Application aux sols rizicoles irrigués de l'Office du Niger (Mali), thèse doctorat ENSAM pp21-24.
- [5] R. Majdoub; M. Hachicha; A. EL-Amri; M. Melki, 2012 Etude de la Dynamique de l'Eau et du Transfert des Sels Dans un Sol Sablo-Limoneux du Sahel Tunisien, European Journal of Scientific Research ISSN 1450-216X Vol.80, pp.499-507
- [6] M. Rahoui, B. Soudi, M. Badraoui, J. M. Marcoen & M. Benzakour 2000 :Situation actuelle de la qualité des sols et des eaux dans le périmètre irrigué des Doukkala, Séminaire 'Intensification agricole et qualité des sols et des eaux' pp13 et 23.
- [7] GOUAIDIA. L, GUEFAIFIA. O , BOUDOUKHA. A & HEMILA .ML: Evaluation de la salinité des eaux souterraines utilisées en irrigation et risques de dégradation des sols : Exemple de la plaine de Meskiana, nord-est algérien, Geo-Eco-Trop., 2013, 37, 1 : pp81-92.
- [8] Koller E., 2004 - Traitement des pollutions industrielles : Eau, Air, Sols, Boues. Ed, Dunod. 2004. 424 p.
- [9] Durand J.H., 1973 - Utilisation des eaux salines pour l'irrigation. Bulletin Techn. Inform, 276, pp. 39-58.
- [10] Rodier J., Bazin C., Bourtin J.P., Chambon P. et Rodi L., 2005- L'analyse de l'eau : Eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer. Ed, Dunod, Paris. 8 e Ed. 2005. 138 p