

Analyse de sensibilité du système oasien et mesures de sauvegarde de l'oasis de Metouia (Tunisie)

HATIRA Abdessatar¹ – BACCAR Lotfi – GRIRA Mohamed – BENMANSOUR Bechir –
GALLALI Tahar

¹UR. Pédologie. Département de Géologie. Faculté des Sciences de Tunis. Campus Universitaire. 2092.
Manar II. Tunisie. Tel: 21698538174; Fax: 21671885 408; E-mail: absat.hatira@fst.rnu.tn

1. Abstract

L'oasis de Metouia située au Sud Est de la Tunisie est caractérisée par un climat aride où les précipitations sont rares et irrégulières. L'oasis doit donc son existence aux eaux souterraines qui, autrefois, provenaient de sources artésiennes actuellement tarées suite à une surexploitation de la nappe profonde. La pédogenèse actuelle est dominée par l'évolution des processus de salinisation et d'hydromorphie affectant en totalité ou en partie le profil pédologique. Cette salinisation est la résultante des effets cumulés de la salinité des eaux d'irrigation et celle de la nappe phréatique proche de la surface dont la remontée capillaire génère des efflorescences salines. Ce facteur est accentué par l'absence de lessivage des sols et le dysfonctionnement du réseau de drainage. Le suivi des paramètres abiotiques de l'oasis durant quatre années successives (2001 – 2004), a révélé une interdépendance étroite entre la qualité des eaux précédemment décrite et les processus géochimiques qui en résultent d'une part et la dégradation de la zone non saturée, siège des accumulations gypseuses d'autre part. Par ailleurs, aux facteurs précédemment signalés, viennent s'ajouter, la mauvaise exploitation des parcelles et l'absence de règles de gestion du système oasien dans sa globalité. Afin de contrecarrer ces phénomènes qui affectent profondément la sensibilité du système oasien, on a élaboré des recommandations visant l'optimisation des besoins dynamiques en eau, du mode de distribution, ainsi que du réseau de drainage freinant la remontée de la nappe et améliorant l'aération et le lessivage de la zone non saturée.

2. Introduction

Dans le sud tunisien, le déficit hydrique climatique est tel que le recours à l'irrigation est une nécessité vitale pour la production agricole. L'eau souterraine est la seule ressource permettant de faire face aux besoins de l'irrigation et des différents usages domestiques. L'oasis est surtout menacée par l'abandon et le morcellement des exploitations, la mauvaise gestion de l'eau d'irrigation et la mauvaise efficacité du système de drainage. Le concours de ces facteurs a conduit à l'épuisement des sols et par conséquent à la dégradation de l'écosystème oasien et à l'éruption de problèmes socio-économiques entravant le développement de la région.

Notre travail consiste en partie en des suivis temporels et spatiaux du niveau piézométrique et de la salinité de la nappe phréatique de l'oasis et de son impact sur la salinisation du sol. En effet, une relation étroite a été décelée entre l'hydrodynamisme et l'hydrochimisme des eaux de la nappe phréatique d'une part et l'apparition d'encroûtements gypseux et la salinisation des sols d'autre part, affectant ainsi le système oasien sensible de Metouia.

3. Matériel et méthodes

L'oasis de Metouia fait partie des oasis littorales du gouvernorat de Gabès. Elle est située à 12 Km au nord de la ville de Gabès (Sud Est de la Tunisie) et s'étale sur une superficie de 270 ha environ. L'altitude varie entre 15 et 25 m dans une région marquée par un climat méditerranéen doux à prédominance aride. Les précipitations sont inférieures à 200 mm par an avec des variations annuelles et interannuelles assez fortes allant de 50 à 400 mm. L'oasis de Métouia est caractérisée par la présence d'une nappe phréatique de très faible profondeur conditionnant étroitement l'évolution des sols dans toute l'oasis HATIRA et al. (2002).

Les eaux d'irrigation ont été prélevées au niveau de 4 forages qui alimentent actuellement tout le périmètre oasien. Un réseau de 29 piézomètres a été installé pour le suivi de la piézométrie et la qualité des eaux de la nappe phréatique. Les analyses physico-chimiques ont concerné les eaux d'irrigation, les eaux de drainage et les eaux de la nappe phréatique. Ces dernières ont été prélevées au niveau de 10 piézomètres considérés comme représentatifs de toute l'oasis. Les paramètres étudiés concernent : le pH et la conductivité électrique mesurés in situ par des appareils portatifs et les éléments majeurs analysés au laboratoire selon des méthodes standards. Pour les besoins de la cartographie du niveau piézométrique et de la salinité des eaux de la nappe, nous avons utilisé les mesures au niveau des 29 piézomètres installés afin d'obtenir un maillage le plus serré possible.

Les sols ont été étudiés en saison estivale en creusant une quarantaine de profils pédologiques couvrant toute la superficie de l'oasis. La profondeur des fosses pédologiques varie de 60 à 160 cm coïncidant généralement avec le niveau piézométrique de la nappe phréatique. Les paramètres analysés sont : le taux de gypse et de calcaire, et sur des extraits de pâte saturée, le pH, la conductivité électrique et les teneurs en sels solubles.

4. Résultats

4.1. Les eaux d'irrigation

Les résultats de l'analyse chimique des eaux des forages sont illustrés sur la figure 1. Il y a peu d'évolution au cours du temps de ces propriétés physico-chimiques des eaux d'irrigation. La conductivité électrique varie de 4 à 5 mS/cm. Le pH est globalement neutre et avoisine la valeur de 7,6. D'après le diagramme de Piper, le faciès chimique des eaux des forages est mixte sulfaté ou mixte chloruré. Les eaux d'irrigation présentent un risque moyen d'alcalinisation avec un rapport d'adsorption de sodium (SAR) oscillant de 7,5 à 10,2. Les eaux de forages, par rapport aux teneurs moyennes tolérées en éléments ioniques sont riches en sulfates et déjà très proches de la saturation vis à vis du gypse (Figure 1).

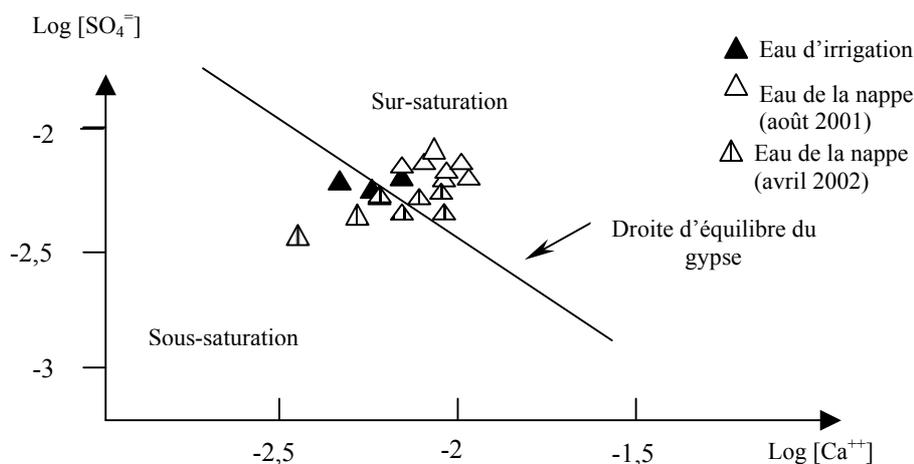
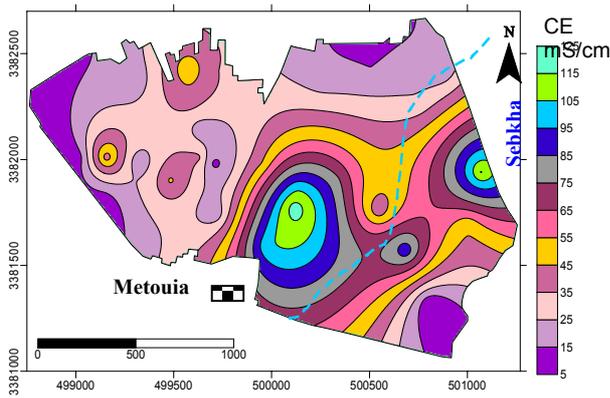


Figure 1 Diagramme d'équilibre des eaux d'irrigation et de la nappe phréatique par rapport au gypse

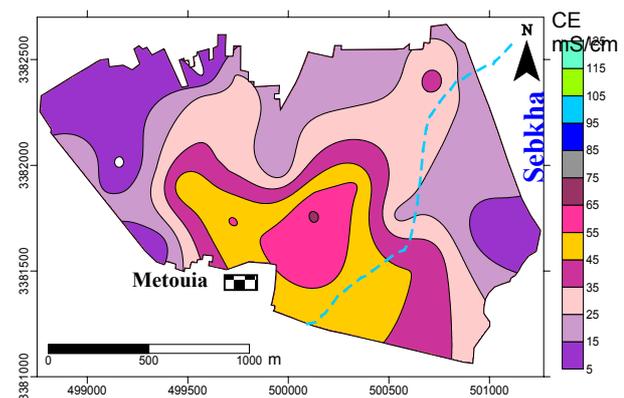
4. 2. Les eaux de la nappe phréatique

La nappe montre une tendance à la recharge matérialisée par la remontée du niveau piézométrique et la réduction progressive de la zone non saturée. Cette tendance interannuelle à la recharge est attribuée au surdosage artificiel des eaux d'irrigation à partir des forages par rapport aux doses naturelles fournies autrefois par les sources actuellement tarées. Les fluctuations saisonnières oscillent entre 0.3 m et 2.36 m avec une moyenne de 1 m au cours de la période 2001-2004. Durant les années 2001 et 2002 où la pluviométrie est très faible, la morphologie des isopièzes est quasiment stable. Cependant, au cours de l'année 2003 exceptionnelle, on constate le déplacement du front de la nappe vers l'aval lié à la remontée du niveau piézométrique. Les cartes piézométriques montrent que les eaux de la nappe s'écoulent de l'amont du NW et du SW vers l'aval à l'Est à Sebkh Er Rahia en direction du littoral. L'hydrodynamique de la nappe ainsi caractérisée, met en évidence la haute sensibilité de celle-ci aux influences extérieurs et par conséquent sa haute vulnérabilité aux risques de différentes natures. Ceci s'explique bien entendu par la réduction de la zone non saturée d'une part et par le caractère filtrant de cette dernière d'autre part.

Les mesures de suivi de la salinité de la nappe montrent que cette dernière est sensible à la sécheresse et à la dynamique de l'eau. En effet, durant l'année 2001 où la pluviométrie est de l'ordre de 128 mm succédant une année très peu pluvieuse (62 mm en 2000), la salinité de la nappe a atteint des valeurs maximales très élevées de l'ordre de 120 mS/cm dans certains piézomètres. Cette salinisation est renforcée par l'évaporation intense à laquelle la nappe est soumise. De même, durant l'année exceptionnelle 2003 où la pluviométrie a atteint 333 mm, la salinité a aussi augmenté sensiblement dans l'ensemble de la nappe avec une moyenne de l'ordre de 31,6 mS/cm (Figure 2). Ceci s'explique par le phénomène de lessivage des sels accumulés dans la zone non saturée. Le diagramme d'équilibre du gypse a montré une sursaturation des eaux vis de ce minéral pendant les basses eaux et une saturation tangente au cours des hautes eaux (figure 1).



Août 2001



Septembre 2003

Figure 2 Variation de la salinité des eaux de la nappe phréatique

4. 3. Les eaux de drainage

Le réseau de drainage actuel ne semble pas jouer sa fonction vitale pour l'oasis. En effet, la superposition de la carte piézométrique et du réseau de drainage (Figure 3), montre que ce dernier n'est que partiellement fonctionnel dans sa partie amont. Ailleurs, les directions des écoulements souterrains, matérialisées par les lignes de courants, ne sont pas affectées par la présence du réseau de drainage, prouvant ainsi que le niveau de la nappe est hors contrôle par ce réseau. D'autre part, les efflorescences salines fréquentes au niveau de l'oasis, prouvent que le lessivage est défaillant et les saumures n'atteignent pas les canaux de drainage pour être évacués vers l'exutoire.

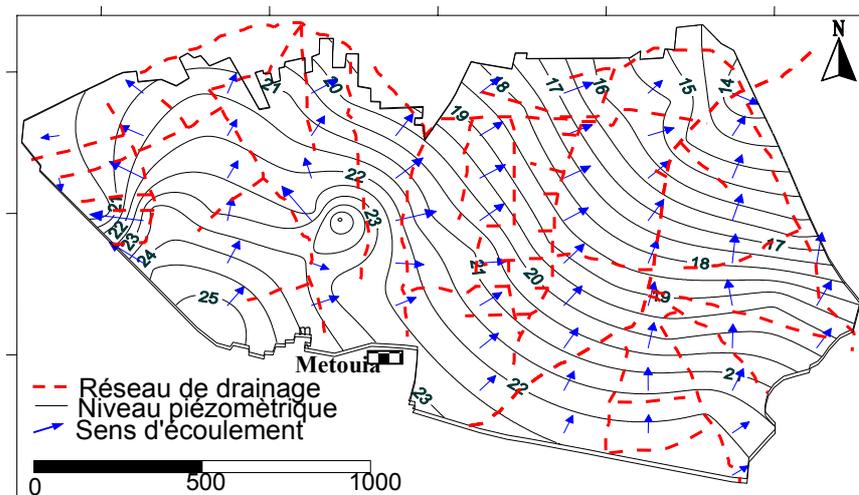


Figure 3 Relation entre la piézométrie de la nappe et le réseau de drainage

4. 4. Les sols

L'étude morphologique des sols a montré la prédominance d'une texture sablo limoneuse conférant aux sols un pouvoir filtrant très important. Tous les profils étudiés sont pourvus en gypse. Les teneurs varient de 2 à 61% avec un gradient croissant du haut vers le bas des profils. Le carbonate de calcium est présent dans tous les sols étudiés avec des teneurs faibles de 5,5% en moyenne, et ne dépassant pas 10%. A partir de l'étude morphologique de tous les profils creusés, nous avons pu représenter la profondeur d'apparition de la croûte gypseuse dans toute l'oasis (Figure 4). Dans les trois quarts de la superficie de l'oasis la croûte est à faible profondeur, de 55 cm à 140 cm. Les croûtes gypseuses sont très épaisses et possèdent une morphologie polygonale caractéristique.

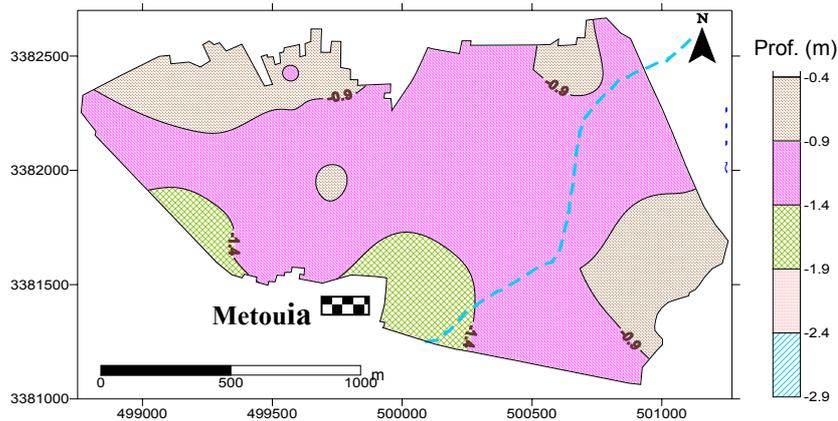


Figure 4 Variation de la profondeur de la croûte gypseuse de l'oasis de Metouia

La solution extraite du sol dans la plupart des profils montre une salinité élevée allant de 3,5 à 75 mS/cm. Cette forte salinité est à attribuer à la qualité de l'eau d'irrigation préalablement salée, aux conditions climatiques très arides produisant une forte évapotranspiration qui concentre la solution du sol CHEVERRY, ROBERT (1998), et surtout à l'inefficacité du réseau de drainage mal entretenu. La solution extraite du sol est saturée vis à vis du gypse. La variation de la profondeur de la croûte suit globalement celle de la profondeur moyenne des eaux de la nappe. Ceci confirme bien l'origine de la croûte gypseuse qualifiée de croûte de nappe et citée par plusieurs auteurs HATIRA (2004), KADRI, HATIRA (1996), MTIMET, HACHICHA (1995), POUGET (1968), VIEILLEFON (1976), (1978), WATSON (1985).

Conclusion

L'amélioration des sols affectés par les sels dans l'oasis de Metouia reste réalisable mais tributaire d'un aménagement minimum qui garantie une profondeur satisfaisante de la nappe. La réhabilitation et la sauvegarde de l'oasis passe par l'efficacité du drainage et de l'efficience des eaux d'irrigation à toutes les échelles de leur utilisation

5. Bibliographie

- Cheverry Cl., Robert M., 1998. La dégradation des sols irrigués et de la ressource en eau : Une menace pour l'avenir de l'agriculture et pour l'environnement des pays au sud de la méditerranée. *Etude et Gestion des Sols*, AFES, 5, 4, 217-226.
- Hatira A., Grira M., Benmansour B., Gallali T., 2002. Impact des eaux d'irrigation sur l'évolution des accumulations gypseuses. Cas de l'oasis de Métouia (Gabès N). *Colloque International sur l'Eau dans le Bassin Méditerranéen : Ressources et Développement Durable* WATMED. Monastir, 842-845.
- Hatira A., 2004. Complexation dans les systèmes organo minéraux naturels. Spéciation des métaux lourds dans les sols - Impacts des activités anthropiques sur la pollution de l'environnement pédologique (fertilisant- phosphogypse - eau usée - eau d'irrigation et rejets miniers). Habilitation U. FST, Tunis, 194 p.
- Kadri A., Hatira A., 1996. Genesis and typology of gypso-saline accumulations in southern Tunisia. *International Symposium on Soils with Gypsum* Léida, Espagne, 55-59.
- Mtimet A., Hachicha M., 1995. Hydromorphie et salinisation dans les oasis tunisiennes. *Sécheresse*, Vol., 6, 319-324.
- Pouget M., 1968. Contribution à l'étude des croûtes et encroûtements gypseux de nappe dans le sud tunisien. *Cah. ORSTOM*, Sér. Pédologie, VI, 309-365.
- Vieillefon J., 1976. Inventaire critique des sols gypseux en Tunisie. Etude préliminaire. *Dir. des Ress. en Eau et en Sol*, Tunis, Tunisie, ES 98. 80.
- Vieillefon J., 1978. Les sols gypseux en Tunisie. Contribution à l'amélioration de leur étude analytique. *Sols de Tunisie*, 10, 40-105.
- Watson A., 1985. Structure, chemistry and origin of gypsum crusts in southern Tunisia and the central Namib Desert. *Sedimentology*, 32, 855-875.