L'IRRIGATION AVEC L'EAU D'UN LAC : CAS DE LA MITIDJA-EST

Hartani. T Institut National Agronomique (Alger, Algérie)
Tél : 00 33 21 521987 ; Fax : 00 33 21 822729 ; E-mail: T.hartani@ina.dz
Raissi. O Agence Nationale des Ressources Hydrauliques. Blida, Algérie

RESUME

Une expérimentation a été effectuée pour étudier la qualité de l'eau du lac de Réghaia (Algérie) utilisé comme ressource pour l'irrigation et pour voir son impact sur les sols. Pour cela, des indicateurs de la qualité des eaux du lac de Réghaia ont été suivis entre les mois de mars 2000 et avril 2001 (pH, Température, MES, DBO_5, DCO, NH^+_4, etc…). Les mesures ont révélé l'existence d'une pollution d'origine urbaine et industrielle au regard des valeurs élevées et dépassant les normes fixées par les standards internationaux pour la qualité des eaux d'irrigation.

Pour étudier l'impact de l'irrigation à partir des eaux du lac, une investigation des sols a été conduite dans une aire d'environ 400 hectare. Elle a aboutit à la description de deux sols évolués, profonds, développés sur des alluvions anciens et de texture grossière de type sablo-limoneuse à sableuse dans les horizons de surface et limono-sableuse en profondeur. L'analyse des profils pédologiques a révélé des taux de matières organiques et de phosphore assimilable compatibles avec les besoins de l'agriculture. En revanche, le taux de calcaire et d'azote restent insuffisants, notamment dans les horizons de surface où les cultures maraîchères puisent l'essentiel de leur alimentation.

Une carte d'aptitude des sols à l'irrigation par les eaux du lac est établie à la suite de cette description. Elle différencie clairement entre deux zones où l'irrigation est possible soit avec soit sans travaux de drainage. Une utilisation sans risque de ces eaux nécessiterait dans tous les cas un traitement puis un contrôle rigoureux des eaux d'irrigation.

Mots clés: eau, pollution, irrigation, norme, impact, sols, mesures

ABSTRACT

An experimentation was carried out to study the water quality of Réghaia Lake used as an irrigation resource and to analyse its incidence on the soils. A set of water quality indicators have been followed in Reghaia Lake (Algeria) from mars 2000 to April 2001 (pH, Temperature, SM, BOD_5, COD, NH^+_4, etc…). The measures revealed an important urban and industrial

pollution. In fact, a number of the indicators reached high levels with regard to international standards on irrigation waters.

To analyse the irrigation impact, soils have been investigated and followed over a 400 ha area. Results shows two deep soils, developed on old alluvium with a sandy-loamy texture on surface and loamy-sandy elsewhere.

The soil's profiles indicates that assimilable phosphor and organic matter concentrations are in good agreement with the agriculture needs. However, calcareous and nitrogen are lacking particularly in surface horizon where the roots grow and develop.

Finally, an irrigation potential map is presented. It clearly shows two zones where water use is possible with and without drainage framework. Anyway, for better security strongest control of lake's water is required.

LISTE DES ACRONYMES

CE $_{25°C}$: Conductivité électrique à 25°C (dS/m)
CEC : Capacité d'échange cationique
CPSC : Commission de pédologie et de cartographie des sols
DCO : Demande chimique en oxygène (mg/l)
DBO_5 : Demande biologique en oxygène à cinq jours (mg/l)
FAO : Food and Alimentation Organization
MES : matières en suspension (mg/l)
O_2 dissous (mg/l)
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
OPIM : Office du Périmètre Irrigué de la Mitidja
T : Température (° celcisus)

INTRODUCTION

En Algérie, l'irrigation par les eaux de qualité inférieure est mal maîtrisée bien que l'offre en eau agricole soit loin d'être satisfaite (Hartani, 1998).

Le lac de Réghaia, situé en bordure de la mer Méditerranée à l'Est d'Alger illustre bien cette situation. D'une superficie de 150 ha dont 75 ha d'eau libre, il est alimenté par les précipitations, les oueds souvent chargés de rejets industriels et urbains partiellement traités ainsi que par les eaux infiltrées de la mer et de la nappe de l'Astien. Cette composition confère à l'eau du lac une qualité inférieure sans que l'on sache exactement si elle peut être tolérée pour l'irrigation des cultures maraîchères et des agrumes (OPIM, 2000).

L'objectif de ce travail est (1) d'évaluer la qualité de l'eau du lac en tant que ressource pour l'irrigation et (2) d'étudier son impact sur les sols et plus

particulièrement durant la campagne d'irrigation qui correspond généralement à la période avril - septembre.

Une première étape consiste à suivre quinze indicateurs de la qualité de l'eau à partir de mars 2000 jusqu'à mai 2001 (Messaoud-Nacer, 2003). Les résultats montrent que les teneurs en MES, DCO, DBO_5, NH_4^+ et PO_4^- dépassent les teneurs maximales tolérées en irrigation (FAO, 1988, Schwartzbrod, 1995). Les mesures révèlent en outre que les valeurs des indicateurs de qualité de l'eau changent non seulement d'une année à une autre mais surtout à l'intérieur d'une même année. Ceci s'explique certainement par le couplage entre les débits liquides, eux-mêmes très variables à l'échelle de l'année, et les concentrations. Cette observation s'applique en particulier au pH, $CE_{25°C}$, Cl^- ainsi qu'aux métaux lourds Cd, Zn, Pb qui n'ont pas connu d'accroissement significatif depuis plus de dix ans (ANPE, 1994, Hartani, 2002).

La deuxième étape du travail s'intéresse aux conséquences de l'utilisation des eaux du lac en tant que ressource pour l'irrigation. Pour cela, une étude des sols sur aire de 400 ha supposée représentative de l'ensemble de la superficie irriguée a été effectuée.

Elle a permis de mettre en évidence l'existence de sols peu évolués, profonds, relativement perméables, à faible taux de calcaire et riches en matière organique et en phosphore assimilable (Messaoud-Nacer, 2003).

Elle a abouti également à l'élaboration d'une carte pédologique indiquant deux degrés d'aptitude des sols à être irrigués par les eaux du lac de Réghaia : un premier degré où les sols sont aptes à l'irrigation avec les eaux du lac vraisemblablement en raison de l'existence d'une pente de l'ordre de 2%, ce qui facilite l'écoulement naturel des eaux (Hartani et al., 2001) et un deuxième degré où l'irrigation nécessite un drainage et un contrôle plus rigoureux de la qualité de l'eau.

1. DESCRIPTION DU MILIEU PHYSIQUE ET AGRICOLE

Le périmètre irrigué de la Mitidja Est s'étend sur une superficie de 10000 ha et appartient à l'étage bioclimatique sub-humide à hiver doux et pluvieux et à été chaud et sec. La zone étudiée se trouve à une trentaine de kilomètres d'Alger en bordure de la mer Méditerranée et reçoit une pluviométrie moyenne de 560 mm/an. La flore et la faune y sont typiquement méditerranéens : on comptabilise essentiellement des phramites australis, sarpus lacustic, thypha augustifolia, iris pseudo acarus, rumex conglomeratus ainsi que cent cinquante espèces d'oiseaux (Boukhalfa, 1991).

Géologiquement, la région du lac de Réghaia est formée par le pliocène et le quaternaire. Le sous sol est constitué par les nappes de l'Astien et du

quaternaire lui même alimenté par les précipitations, les infiltrations provenant des oueds et de l'Astien (Dégremont, 1993).

La superficie totale du lac de Réghaia est de 150 ha, l'eau libre occupe en moyenne 75 ha et la profondeur varie de 4 à 7 m (ANPE, 1994). Il est alimenté par les précipitations, les eaux des oueds affluents souvent chargés de rejets industriels et urbains, les infiltrations d'eaux de mer et de la nappe de l'Astien. Notons cependant l'existence d'un bassin de décantation qui assure un traitement minimum des eaux arrivant au lac.

L'eau du lac est gérée par l'Office du Périmètre Irrigué de la Mitidja ″OPIM″ ; les superficies concernées varient de 1000 à 2000 ha pendant la campagne d'irrigation qui s'étale d'avril à octobre en général. Le reste du périmètre soit 8000 ha environ est irrigué par les eaux du barrage Hamiz et par les eaux souterraines (OPIM, 2000).

La mobilisation des eaux du lac se fait par pompage du lac vers un réservoir d'alimentation qui permet de délivrer l'eau vers un réseau d'irrigation de type gravitaire. Les cultures pratiquées sont la tomate, la carotte, le choux fleur, la laitue et les oranges ; elles assurent l'essentiel des revenus des agriculteurs de la région.

2. MESURES ET METHODES D'ANALYSE

La première partie s'intéresse au suivi au pas de temps mensuel de paramètres physico-chimiques durant l'année 2000/2001. Le prélèvement, la conservation et l'analyse des échantillons est basé sur la norme ISO 566 7/3–1993 (Thomas, 1995). Les éléments mesurés sont les suivants : pH, T, MES, $CE_{25°C}$, DBO_5, DCO, azote total, phosphates, oxygène dissous et chlorures. Le pas de temps choisi, permet en principe, de suivre les indicateurs de la qualité de l'eau avec une précision suffisante.

Les teneurs des ions chrome, plomb, zinc, cadmium ont été mesurées ponctuellement pour être comparées à d'anciennes mesures (ANPE, 1994, Dégremont, 1993). L'ensemble des éléments suivis dans le cadre de ce protocole sont des indicateurs physico-chimiques de la qualité de l'eau et ne renseignent pas sur sa qualité microbiologique.

Pour étudier la variabilité spatiale de la qualité de l'eau, des échantillons d'eau ont été prélevés (1) à l'entrée du lac à 0.20 m de profondeur, (2) au milieu du lac aux profondeurs 0.2, 1.5, 2 et 4, et 6 m et (3) à la sortie du lac à 4, 6 et 7 m de profondeur (Messaoud-Nacer, 2003).

La deuxième partie s'intéresse à la qualité des sols soumis à l'irrigation par les eaux du lac. Les investigations *in situ* ont permis d'identifier a priori trois types de sols sur une aire de 400 ha supposée représentative de l'ensemble du périmètre irrigué par les eaux du lac. Les analyses

d'échantillons regroupent la granulométrie, la matière organique, le pH, la capacité d'échange cationique ″CEC″, le calcaire actif et total et la conductivité électrique ″CE″. L'établissement des profils pédologiques s'inspire des recommandations de la Commission de pédologie et de cartographie des sols qui renseigne en plus de la texture sur la profondeur, la teneur en calcaire et l'hydromorphie des sols (CPCS, 1967).

3. CARACTERISATION DES EAUX D'IRRIGATION

Le pH de l'eau est neutre à légèrement alcalin. La salinité représentée par la Conductivité électrique ″$CE_{25°C}$″ et le pourcentage de sodium ″SAR″ ont des valeurs inférieures à 2.5 dS/m et 7.5 respectivement (annexe 1). Ceci suggère que l'irrigation avec ces eaux ne présente pas de risque vis à vis de la salinisation des sols au regard des normes internationales en vigueur (FAO, 1988, Schwartzbrod , 1995, Hartani, 2003)

En revanche, les teneurs en matières en suspension ″MES″ varient de 123 à 1000 mg/l, ce qui est supérieur à la valeur maximale tolérée dans les eaux d'irrigation et qui est de l'ordre de 70 mg/l (FAO, 1988). Notons cependant le rôle du réservoir d'alimentation dans la décantation de ces eaux ce qui rend l'hypothèse d'une réduction du taux de MES plausible.

Le suivi des indicateurs de qualité globaux ″DCO″ et ″DBO_5″ met en relief l'importance du phénomène de dilution figures (1 et 2). Ainsi, l'abattement de la DCO est en moyenne de 60% après des phases de pluies représentées pour les besoins de l'analyse en figure 3.

Cependant, la rapport DCO/DBO_5 reste compris entre 3 et 16 tout au long de l'année (annexe 1). Ceci montre que l'eau est peu biodégradable d'où l'intérêt d'un traitement minimal avant son utilisation.

Des prélèvements d'eau en amont du lac à 40cm de profondeur ont aussi permis de mettre en évidence l'existence de cadmium, de plomb, de zinc et de chrome (tableau 1). La comparaison à d'anciennes mesures ne révèle pas de d'augmentation en valeurs relatives qui sont de l'ordre de grandeur des concentrations limites admises dans les eaux d'irrigation (OMS *in* Schwartzbrod, 1995).

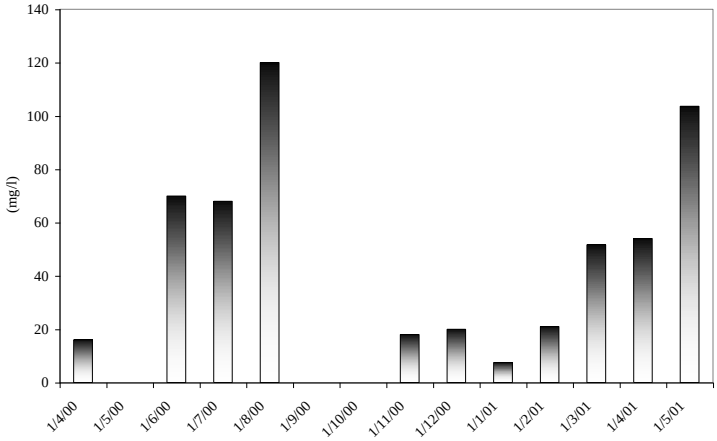

Fig. 1 : Demande Chimique en Oxygène entre Mars 2000 et Mai 2001 des eaux du lac de Réghaia

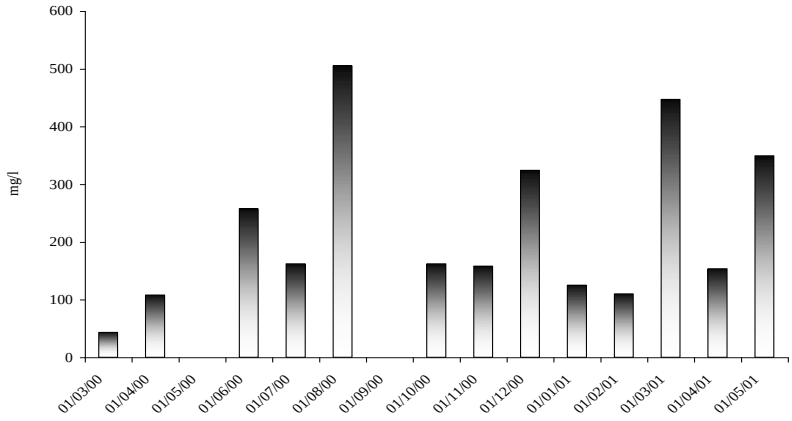

Fig. 2 : Demande Biochimique en Oxygène à cinq jours entre Mars 2000 et Mai 2001 des eaux du lac de Réghaia

Tableau 1 : Teneurs de quelques métaux lourds dans le lac de Réghaia mesurées en 1987 (ANPE, 1994), 1993 (Dégremont, 1993) et en 2000

Date Ion (µg/l)	1987	1993	2000
Cr^{3+}		50	10
Cd^{2+}	10	30	10
Zn^{2+}	2000	262	120
Pb	100	100	< 100

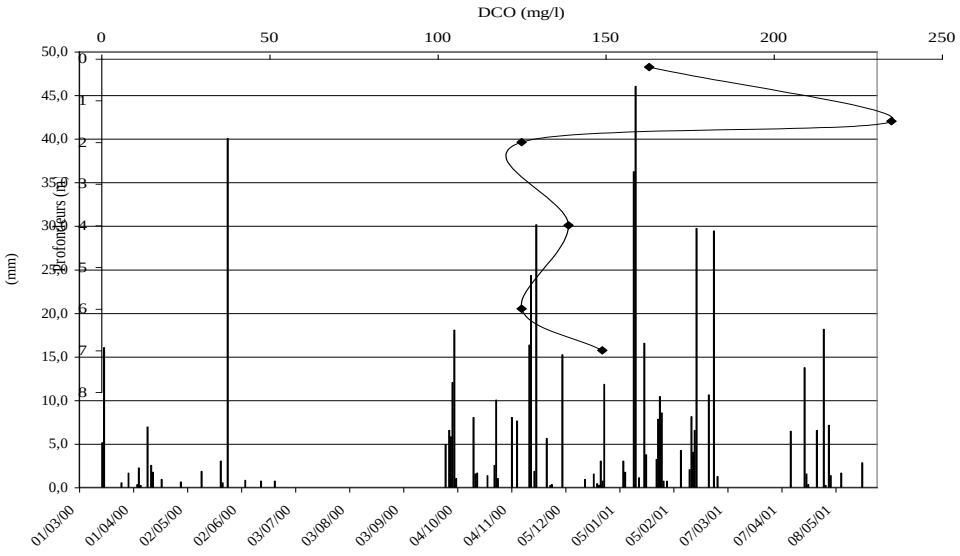

Fig. 3 : Pluies journalières enregistrées entre Mars 2000 et Mai 2001 par la station météorologique de Dar El Beida (Algérie).

Par ailleurs, l'analyse des profils verticaux de la DCO et de la DBO_5 au milieu du lac indiquent une décroissance régulière à partir de la surface libre jusqu'à environ sept mètres de profondeur (figures 4 et 5). Cette décroissance est plus régulière dans le cas de la DBO_5 vraisemblablement en raison de la relation de cause à effet entre la DBO_5 et l'oxygène de l'air. Les mêmes conclusions sont observées dans le cas des MES, de l'azote total et des orthophosphates (Messaoud-Nacer, 2003).

Fig. 5 : Profil de la Demande Biochimique en Oxygène à cinq jours

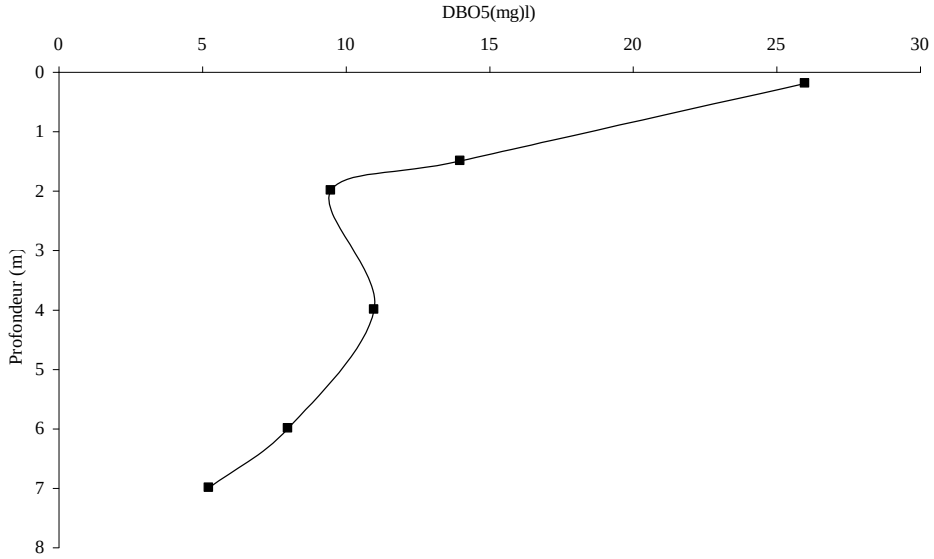

Fig. 4 : Profil de la Demande Chimique en Oxygène au milieu du lac de Réghaia (Mai 2001) au milieu du lac de Réghaia (Mai 2001)

4. CONSEQUENCES DE L'UTILISATION DES EAUX SUR LES SOLS IRRIGUES

La description morphologique des sols a finalement conduit à l'identification de deux sols décrits par les profils n°1 et n°2 et correspondent aux zones I et II respectivement (annexe 2).

Ces sols sont peu évolués, profonds, développés sur des alluvions anciens et de texture grossière de type sablo-limoneuse à sableuse dans les horizons de surface et limono-sableuse en profondeur. Notons cependant un taux d'argile relativement élevé dans le profil n°1 et qui reste supérieur au seuil de 10% habituellement observé dans les sols agricoles (tableau 2a).

Les résultats analytiques consignés dans les tableaux 2a et 2b indiquent un pH neutre sauf dans l'horizon 60-150cm du profil n°2 où il devient acide. La salinité est relativement faible sauf dans l'horizon profond du profil n°1 où la CE atteint une valeur maximale de 4 dS/m. Le risque d'alcalinisation des sols est exclu car la valeur maximale de l'indice ESP égale à 5.26% est inférieure au seuil critique de 15% (Durant, 1983).

Le taux de matière organique, estimé par le rapport entre le carbone et l'azote, est acceptable car inférieur à 10 sauf dans l'horizon de surface du profil n°2 où il est de 39.87. Relevons aussi le faible taux de calcaire $CaCO_3$

toujours inférieur à 1%, le faible taux d'azote et le taux élevé de phosphore assimilable P_2O_5. Ces résultats suggèrent un amendement calcaire des sols préalable à leur mise en culture.

La carte d'aptitude des sols à l'irrigation par les eaux du lac montre clairement deux zones distinctes pour lesquelles l'irrigation est possible soit avec drainage soit sans drainage (Figure 6). Cette différenciation correspond précisément à une pente topographique de 2% dans la zone I alors que dans la zone II, il n'y a pas de pente.

Dans tous les cas, ces observations suggèrent un contrôle continu de la qualité des eaux du lac ; un complément d'eau provenant soit du barrage soit du sous-sol serait également bénéfique.

Tableau 2 a : Résultats analytiques du profil n°1

Profondeur (cm)	**0-14**	**14-60**	**60-150**
Granulométrie			
% A	18	20	19
%LF	3	6	9
%LG	3	3	3
%SF	16	12	15
%SG	57	55	54
Matières organiques			
%C	7.9	7.8	4.8
%N	0.97	0.97	0.69
C/N	8.14	8.14	6.95
Réserves minérales			
% $CaCO_3$ total	0.4	0.4	0.4
P_2O_5 total	2.37	2.7	1.49
P_2O_5 assimilable	652.65	572.5	279.38
Solution du sol			
PH	6.68	6.60	6.46
CE(dS/m)	1.44	0.36	4.03
Complexe absorbant			
Ca^{++} (meq/100g)	5	4.5	6.25
Mg^{++} (meq/100g)	2.5	2.81	2.81
Na^{+} (meq/100g)	5.54	1.74	2.71
T (meq/100g)	10.08	8.96	6.44

Tableau 2 b : Résultats analytiques du profil n°2

Profondeur (cm)	**0-14**	**14-60**	**60-150**
Granulométrie			
% A	7	14	3
%LF	8	15	13
%LG	4	7	7
%SF	19	21	21
%SG	58	43	29
Matières organiques			
%C	16.1	4	3.5
%N	0.41	0.4	0.56
C/N	39.87	8.16	6.25
Réserves minérales			
% $CaCO_3$ total	0.20	0.20	0.20
P_2O_5 total	1.89	1.09	0.69
P_2O_5 assimilable	606.85	77.86	6.32
Solution du sol			
pH	7.04	6.16	5.30
CE(dS/m)	2.18	7.72	1.65
Complexe absorbant			
Ca^{++} (meq/100g)	5.25	3.75	5.25
Mg^{++} (meq/100g)	0.52	0.31	0.73
Na^{+} (meq/100g)	1.85	1.63	2.61
T (meq/100g)	5.60	5.32	11.48

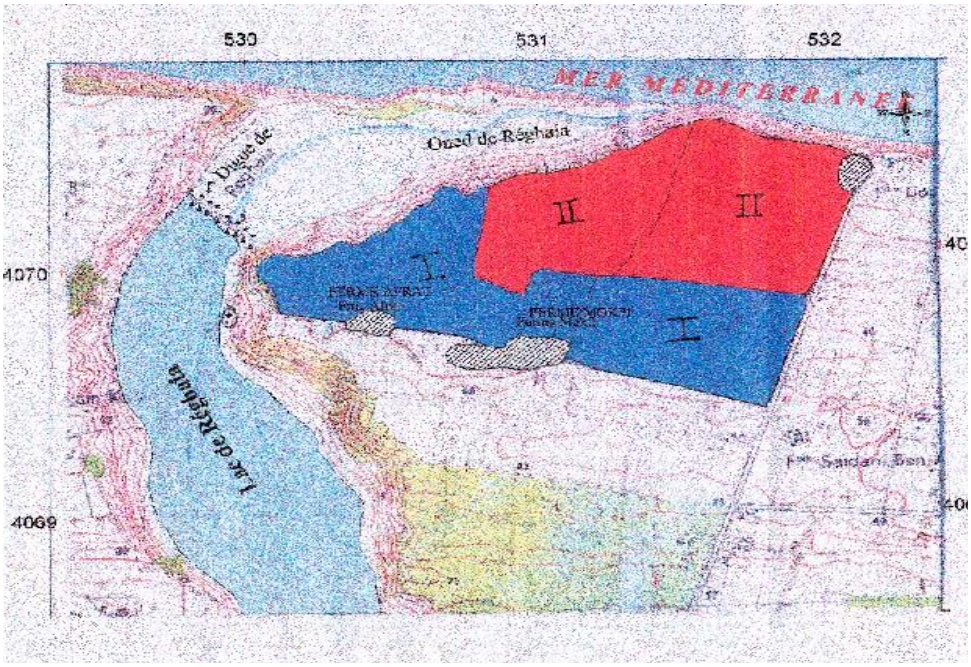

Fig. 6 : Carte d'aptitude des sols à l'irrigation par les eaux du lac

CONCLUSIONS

Nous avons tenté d'établir un diagnostic de la qualité des eaux d'irrigation du lac de Réghaia. Ceci a permis de mettre en évidence les éléments physico-chimiques en excès dans l'eau. Relevons ici que cette pollution s'explique principalement par l'absence de traitement chimique des rejets industriels.

Une analyse microbiologique de ces eaux est en cours afin de compléter ce diagnostic et d'actualiser les mesures disponibles (Dégrémont, 1993). Pour les micro polluants organiques et minéraux dont la présence est très variable dans l'eau, un nombre important d'analyses aurait été nécessaire. Il est donc souhaitable de mener une étude des boues qui jouent un rôle tampon et permet d'avoir une bonne connaissance des micro polluants qui arrivent du lac.

La nature relativement drainante et profonde du sol permet de lessiver une fraction importante des polluants en excès dans l'eau d'irrigation, ce qui explique bien l'intérêt des agriculteurs pour cette eau malgré les nombreuses mises en garde des gestionnaires.

De plus, l'étude des sols a montré un enrichissement en matière organique et en phosphore assimilable. Un déficit en calcaire et en azote caractérisent en revanche l'état de la réserve minérale du sol. Ceci suggère un amendement du sol et surtout une fertilisation azotée pour améliorer la production actuelle.

Références bibliographiques

ANPE. 1994. *Etude d'impact sur l'environnement. Station d'épuration de Réghaia*, Agence Nationale pour la Protection de l'Environnement : pp200.

Boukhalfa I. 1991. *Contribution à la connaissance de l'intérêt en ornithologie d'oiseaux d'eaux et en écologie du marais de Réghaia.* Thèse Magister, Institut National Agronomique : pp192.

CPCS. 1967. *Classification Française des sols. Commission de pédologie et de cartographie des sols* : pp96.

Dégremont. 1993. *Etude de la traitabilité des effluents de la Wilaya de Boumerdes*. Rapport final. Direction de l'Hydraulique de la Wilaya de Boumerdes : pp220.

Durant J H. 1985. *Les sols irrigables. Etudes pédologiques*. Office des Publications Universitaires (Alger) : pp339.

FAO. 1988. *La qualité des eaux en Agriculture*. Food and Alimentation Organisation, Bulletin d'Irrigation et de Drainage, N°29.

Hartani T. 1998. *La réutilisation des eaux usées en irrigation*. Situation actuelle et perspectives. Séminaire Ressources en eaux non conventionnelles. Alger : KLI Conseil. : pp10.

Hartani T., Zimmer D., Lesaffre B. 2001. *Drainage of sloping lands with variable recharge. Model development*. Journal of Irrigation and Drainage Engineering ASCE 127 (1) : 8-15.

Hartani T. 2002. *Le transfert de solutés dans les sols*. Cas de la Mitidja Est. Paris : Séminaire Franco-Algérien, Ressources en eau et irrigation de complément des cultures et plus particulièrement les céréales.

Hartani T. 2003. *Le drainage des sels en excès dans les sols agricoles* : INA

Messaoud-Nacer S. 2003. *Suivi de la qualité des eaux et des sols dans le cadre du développement durable de la région de Réghaia*. Mémoire de Magister INA : pp108.

OPIM. 2000. Office du périmètre Irrigué de la Mitidja. *Etat de la campagne d'irrigation*, rapport final. Document interne : 1-6.

Thomas O. 1995. *Métrologie des eaux résiduaires*. Ed. Cede docsprl, Liège : pp192.

Schwartzbrod L. 1995. *Virus humain et santé publique* : conséquences de l'utilisation des eaux usées et des boues en agriculture et en conchyliculture. Organisation Mondiale de la Santé : pp 175.

ANNEXES

Annexe 1 : Indicateurs de qualité de l'eau mesurés pendant la campagne d'irrigation 2000/2001

Paramètre	03-00	04-00	06-00	07-00	08-00	10-00	11-00	12-00	01-01	02-01	03-01
	04-01	05-01									
T°C	18,98	23,47	24,88	26,4	27			15,37	14,3		18,9
	19,75	22,64									
pH	8,5	8,1	7,7		8,3	8,67	7,63	7,17	7,76		7,03
	8,14	8,32									
$CE_{25°C}$	1,83	1,99	2,02	2,33	2,51	2,35	2,35	2,02	1,46		2,1
	2,19	2,17									
MES (mg/l)					590	720	1047	231,77	271,6	123,1	243,3
	351										
DCO(mg/l)	43	108	257,4	162	505,1	162	158	324,2	125,11	110	446,8
	153,5	349,3									
DBO_5(mg/l)	8	16	70	68	120		18	20	7,5	21	51,67
	54	103,6									
NO_3(mg/l)	1	32,41	14	2		0,09	0,425	0,5	0,21	8,28	3
	0,81	0,17									
NO_2(mg/l)	0,07	0,72	0,33	0,01		0,39	0,1	0,67	0,16	1,07	0,04
	0,17	0,10									
NH_4(mg/l)	22,49	7,4	7,71	11,4		14,97	6,	8,12	24	13,16	24
	17,5	23,7									

Annexe 2 : Profils pédologiques des sols identifiés dans la zone d'étude

<u>Annexe 2.1</u> : Profil pédologique du sol 1

0-24 cm : Etat sec, couleur : 7.5 YR 5/7 (brun foncé), humide, couleur : 7.5 YR 5/7 (brun foncé). Texture sablo-limoneuse, pas d'éléments grossiers. Structure massive à sous structure polyédrique prismatique, non collant, non plastique, cohérent, assez compact, peu poreux. Activité biologique faible (quelques radicelles). Effervescence à l'HCl nulle, transition nette.

24-60 cm : Etat sec, couleur : 7.5 YR 5/8 (rouge jaunâtre), humide, couleur : 7.5 YR 5/8 (rouge jaunâtre). Texture limono-sableuse, pas d'éléments grossiers. Structure polyédrique moyenne à fine, non collant, peu poreux. Activité biologique moyenne (nombreuses radicelles et galeries), effervescence à l'HCl nulle, transition nette.
60-150 cm : Etat sec, couleur : 7.5 YR 5/8 (rouge jaunâtre), humide, couleur : 7.5 YR 5/8 (rouge jaunâtre). Texture limono-sableuse, pas d'éléments grossiers. Structure massive à sous structure prismatique lamellaire, non collant, non plastique, cohérent, assez compact. Activité biologique nulle (nombreuses radicelles et galeries). Effervescence à l'HCl nulle.

Annexe 2.2 : Profil pédologique du sol 2
0-24 cm : Etat sec, couleur bariolée : 7.5 YR 4/2 et 4/6 (brun foncé et très foncé). Texture sablo-limoneuse, pas d'éléments grossiers. Structure polyédrique moyenne à fine, friable, non collant, peu cohérent, peu poreux. Activité biologique moyenne (radicelles, vers de terre et galeries) Effervescence à l'HCl nulle, transition nette.
24-60 cm : Etat sec, couleur : 7.5 YR 5/7 (brun foncé), humide : idem. Texture sablo-limoneuseuse, pas d'éléments grossiers, taches d'oxydoréduction. Structure massive à sous structure polyédrique, peu cohérent, non collant, concrétions ferromagnétiques, porosité nulle. Activité biologique faible, transition nette.
60-150 cm : Etat frais, couleur : 7.5 YR 4/6 (brun très foncé). Texture limono-sableuse, nombreuses taches d'oxydoréduction. Structure massive à sous structure polyédrique, peu cohérent. Effervescence à l'HCl nulle.