



Projet INCO-WADEMED
Actes du Séminaire
Modernisation de l'Agriculture Irriguée
Rabat, du 19 au 23 avril 2004



La réutilisation des eaux usées en irrigation : cas de la Mitidja en Algérie

T. Hartani¹

Institut national agronomique, Alger, Algérie

E-mail : t.hartani@ina.dz

Résumé - L'intérêt porté par l'Algérie à la réutilisation des eaux usées en irrigation a pour origine des besoins en eau en forte augmentation (le ratio entre les superficies irriguées et irrigables est de 0,20). Un bilan de la situation de la réutilisation des eaux usées est présenté (pour un taux de couverture du réseau de 85 %, 20 % des eaux usées sont traitées, puis rejetées sans objectif de réutilisation) puis la stratégie de développement de cette option est discutée. Les potentialités de la réutilisation des eaux usées (1/3 des volumes d'eaux usées est proche des périmètres irrigués) et les exigences de salubrité sont clairement mises en évidence dans le cadre de la modernisation de l'agriculture irriguée. En attendant de mettre en œuvre le projet sur le terrain, l'irrigation directe à partir des eaux usées brutes est pratiquée malgré son interdiction. Dans la vallée de la Mitidja, le lac Réghaia est choisi comme exemple (sur les années 2000-2001) en raison de sa composition mixte (mélange des eaux de pluie, domestiques et industrielles). L'impact de l'irrigation sur la composition physico-chimique du milieu dans le périmètre de la Mitidja et sur les cultures maraîchères et agrumicoles a été caractérisé. Après avoir fait le bilan de la qualité de l'eau, une carte d'aptitude des sols à l'irrigation a été établie. Cependant une utilisation sans risque de cette eau nécessiterait qu'elle soit traitée et contrôlée. On montre également, comment les agriculteurs déjà fragilisés par le manque d'eau s'adaptent lorsque celle-ci est de qualité inférieure, expérimentent de nouvelles rotations culturales, l'alternance de l'irrigation avec l'eau du lac et les eaux souterraines. En conclusion, les efforts de modernisation doivent porter sur le contrôle de l'eau, la réhabilitation des ouvrages de traitement et des propositions en matière de gestion de l'eau. Des subventions doivent favoriser la diversification des cultures, en particulier autres que le maraîchage.

Mots clés : agrume, composition physico-chimique, culture maraîchère, eaux usées, irrigation, périmètre irrigué, qualité de l'eau, sol, Algérie, Mitidja.

1 Introduction

Les déficiences dans la gestion des eaux usées restent l'un des principaux facteurs de transmission des maladies et de dégradation de l'environnement. En Algérie, peu d'importance est accordée à la couverture des services d'assainissement comparée à la couverture des services d'approvisionnement en eau et encore moins d'importance est accordée à l'épuration (Hartani, 1998[?]).

En effet, pour un taux de couverture du réseau d'assainissement de l'ordre de 85 %, seules 20 % des eaux usées collectées en Algérie sont traitées (Medkour, 2003[10]).

De plus, les ouvrages de traitement et d'épuration de l'eau comprenant essentiellement une station d'épuration et des lagunes sont exclusivement destinés au rejet dans le milieu sans objectif de réutilisation. Cette situation a longtemps été admise d'une part, par les gestionnaires de l'eau en raison du surcoût provenant de la nécessité de traitement tertiaire de désinfection, du transport de l'eau vers l'usager, du stockage de régulation, et, d'autre part, par la population en raison de l'idée que l'eau usée épurée peut être dangereuse pour la santé.

Le contexte climatique augmentant la tension sur la ressource en eau, l'urbanisation croissante et l'agriculture irriguée en plein essor ont conduit à la mise en œuvre des programmes de réalisation d'ouvrages destinés à la réutilisation des eaux usées épurées (MRE, 2004[13]).

En attendant l'achèvement de ces programmes, l'irrigation directe à partir des eaux usées brutes est interdite mais continue néanmoins d'être pratiquée. On estime à plus de 8 % le taux de superficies irriguées par ces eaux tant dans les Hauts-Plateaux qu'à la périphérie des grandes villes (Hartani, 1998[?]). Les difficultés de gestion des stations de traitement et d'épuration des eaux usées expliquent en partie cette situation.

Le cas d'étude présenté est celui du périmètre de la Mitidja Est. Le lac de Réghaia, situé en bordure de la mer Méditerranée à l'est d'Alger est alimenté par les précipitations, les eaux usées domestiques et industrielles 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 est tolérable pour l'irrigation des cultures maraîchères et des agrumes (OPIM, 2000[14]). L'objet de ce travail est d'éclairer sur les possibilités d'utiliser ces eaux à des fins agricoles, essentiellement en irrigation, en précisant les impacts environnementaux de cette pratique.

2 Situation actuelle de la réutilisation des eaux usées et perspectives pour l'irrigation

2.1 Etat actuel de la composante " réutilisation des eaux usées "

Les eaux usées représentent une des composantes de l'offre globale en eau au même titre que les eaux superficielles et souterraines. En Algérie, leur volume annuel est estimé à 600 millions de m³, dont quelque 550 millions de m³ correspondent aux agglomérations de taille supérieure à 50 000 habitants (MRE, 2003[12]). La capacité totale de traitement est de 4 millions de m³ équivalent-habitants pour une population de 2,5 millions d'habitants raccordés à un réseau, cela signifie que seulement 20 % de la population raccordée à un réseau d'assainissement bénéficie du traitement de ses eaux usées (Medkour, 2003[10]). Notons que 60 % de ces eaux sont rejetées soit loin des périmètres d'irrigation et des barrages soit en mer ce qui rend leur réutilisation en irrigation peu rentable (tableau 1). Ainsi, seulement 240 millions de m³ sont potentiellement utilisables en irrigation en raison de la localisation des points de rejet.

Pour ce qui est des ouvrages de traitement et d'épuration des eaux, il existe à ce jour 45 stations de traitement et d'épuration des eaux dont 15 sont en exploitation, 4 en travaux et les autres doivent être réhabilitées (tableau 2). Il faut ajouter 435 bassins de décantation qui reçoivent les eaux usées domestiques (Medkour, 2003[10]). En raison d'un coût moyen de l'épuration de 5,94 DA/m³ incluant la réhabilitation des équipements, l'amortissement et les frais d'exploitation, l'aspect financier reste le principal frein à la remise en service des 26 stations de traitement et d'épuration des eaux à l'arrêt. Le coût de l'épuration peut être comparé au tarif du volume d'eau d'irrigation qui varie de 1 à 1,25 DA/ m³ pour l'ensemble des périmètres irrigués algériens (Yalaoui, 1998[16]).

L'irrigation avec les eaux usées non traitées est formellement interdite par la loi. Cependant, on estime que 8 % des terres irriguées, notamment en petite et moyenne hydraulique, reçoivent des eaux non traitées alors que la réutilisation après traitement est quasi inexistante (Hartani, 1998[?]). Ce constat montre que le débat sur la nécessité de promouvoir ou non la réutilisation des eaux usées est dépassé. L'alternative est plutôt entre tolérer, donc encourager la réutilisation des eaux usées de manière "sauvage", et rationaliser cet apport afin d'assurer une pratique respectueuse des conditions d'hygiène.

Dans cette étude, on s'intéresse à un cas de réutilisation en irrigation d'eaux usées mélangées à l'eau d'un lac. On montre en particulier que, à la demande des agriculteurs, les gestionnaires de l'eau délivrent de l'eau non traitée au risque de contaminer les sols, les plantes, les ouvriers agricoles et les consommateurs.

TAB. 1 – Volumes d'eau usée rejetés en Algérie (MRE, 2003[12]).

Type d'agglomération	Volume d'eau usée rejeté en millions de m^3	
	1995	Horizon 2020
Côtières	169	282
Amont des barrages	48	122
Proches des périmètres	62	143
Autres	149	352
20 000 j population j 50 000	122	251
Total	550	1 150

TAB. 2 – Répartition des stations de traitement et d'épuration des eaux par région hydrographique (MRE, 2003[12]).

Région	Exploitation	Construction		Réhabilitation	Total
		Station d'épuration et de traitement des eaux	Lagunage		
Oranie-Chott-Chergui	4	1	2	7	14
Chelif-Zahres	0	0		1	1
Algerois-Hodna-Soummam	7	1		10	18
Constantinois-Medjerda-Mellegue	4	0		6	10
Sud	0	0		2	2
Total	15	4		26	45

2.2 La réutilisation des eaux usées dans la stratégie de développement du secteur de l'irrigation

Un programme de réalisation et de modernisation d'ouvrages de traitement destinés à la réutilisation des eaux usées en irrigation est actuellement mis en œuvre (MRE, 2004[13]). Les besoins en eau, l'affectation prévue à l'horizon 2013 en ressources et la part de l'eau réutilisée traitée est indiquée par région hydrographique et par périmètre d'irrigation (tableau 3).

Notons tout d'abord qu'une grande partie des besoins en eau sera théoriquement satisfaite

puisque les affectations sont proches des besoins. Ainsi, près de 227 millions de m³ doivent être mobilisés d'ici à 2013, ce qui correspond environ à deux fois le stock d'eau emmagasiné par un barrage moyen en Algérie. Cette perspective offre un flux de ressources permanent avec des débits maîtrisés immédiatement disponibles et permet de limiter les coûts élevés des aménagements de régularisation.

Le ratio entre la réutilisation des eaux usées et l'affectation des ressources permet d'estimer la contribution de la réutilisation des eaux usées en irrigation. Cette contribution est de 13,37 % dans le cas de la région hydrographique Chelif Zahrez, de 21,4 % dans la région hydrographique Constantine-Seybousse-Mellegue, et de 34,92 % dans région hydrographique Oranie-Chott-Chergui, cette dernière étant nettement déficitaire en pluviométrie par rapport aux autres régions du Nord algérien (400 mm/an environ). La composante réutilisation des eaux usées en irrigation devient même prépondérante avec un ratio de 45 % voire 100 % dans le cas du périmètre de Mléta dans la région de l'Oranie de l'Ouest algérien (tableau 3).

TAB. 3 – Besoins, affectation des ressources en eau d'irrigation et part de la réutilisation des eaux usées à l'horizon 2013 dans les différentes régions.

Région hydrographique	Désignation	Besoins (millions m ³)	Affectation (millions m ³)	Réutilisation des eaux usées (millions m ³)	Réutilisation des eaux usées / Affectation (%)
Chelif-Zahrez	Haut Chelif	153	151,7	14	9,22
	Amra Abadia	72	65	10	15,40
	Bougara	7	9	4	44,45
	Moyen Chelif	200	156,1	17	10,89
	Mina	111	107,8	20	18,55
	Bas Chelif	152	122,6	8	6,53
	Dahmouni	10	16	11	68,75
Oranie-Chott-Chergui	Tafna Isser	45	49	13	26,53
	Maghnia	32	39,4	6	15,23
	Ghriss/Mascara	60	37	7	18,92
	Bordjias	26	46,9	20	42,64
	Mléta	30	30	30	100
	PMH Tlemcen	84	51,4	8	15,56
Constantine-Seybousse-Mellegue	PMH Sidi Belabbes	23	24,02	13	54,12
	Jijel Taher	32	92,9	3,9	4,2
	PMH/ Mila	26	26,1	7,3	27,97
	PMH/ Batna	52	50,9	23	45,19
	PMH/Khenchla	29	21,1	7,2	34,12
PMH/ O.E. Bouaghi	23	26,5	4,8	18,11	

3 Effets de l'irrigation par les eaux usées : exemple de la plaine de la Mitidja

3.1 Aperçu de l'environnement actuel

La Mitidja est une vaste plaine alluviale du Nord algérien qui s'étend sur une longueur de 90 km et une largeur de 8 à 18 km, elle couvre une superficie de 150 000 ha (figure 1). Le climat est de type méditerranéen avec une pluviométrie moyenne de 660 mm/an et une ETP moyenne de l'ordre de 1 400 mm/an (ANRH, 1993[3]).

L'agriculture est essentiellement orientée vers le maraîchage et l'arboriculture ; l'irrigation traditionnelle par submersion est majoritaire malgré la progression de l'irrigation localisée (PNDA, 2001[15]). La superficie agricole est estimée à 45 000 ha, la superficie irrigable est de 19 500 ha, celle équipée est de 18 600 ha (AGID, 2001[1]). Les superficies irriguées et les volumes alloués de 1990 à 2002 sont en moyenne de 4 000 ha pour un volume d'eau de 12 millions de m³ (tableau 4). Cette affectation de 3 000 m³d'eau/ha en moyenne est globalement insuffisante en particulier pour les cultures d'agrumes qui exigent 12 000 m³d'eau /ha, dont la moitié doit être fourni par l'irrigation.

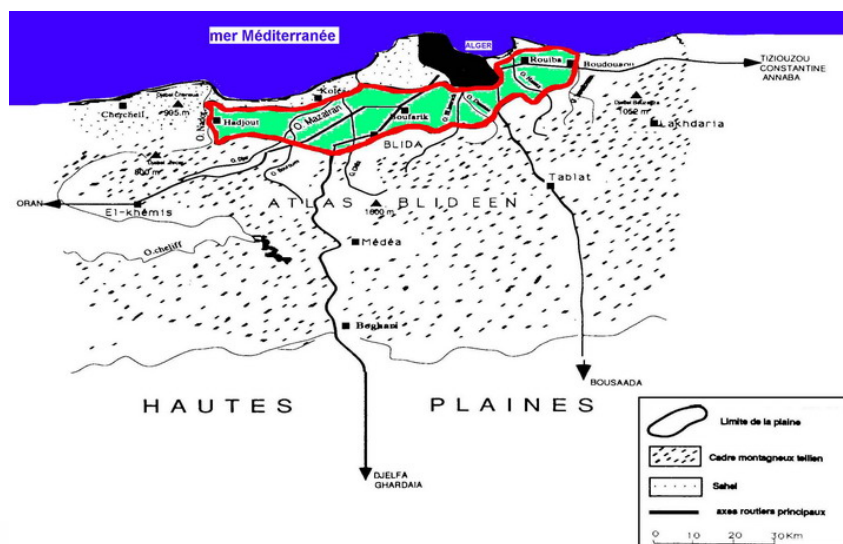


FIG. 1 – Situation et caractéristiques physiques de la plaine de la Mitidja.

Par ailleurs, l'expansion de la population et l'industrialisation ont amené la superficie agricole à près du tiers de la superficie totale avec la production d'un volume accru d'eaux usées et de déchets solides. Ainsi, de nombreuses localités de la plaine n'ont pas accès aux installations d'épuration ni à une collecte, ni à une évacuation contrôlée des déchets solides (Mac Donald *et al.*, 1997[9]). De plus, le ratio entre les superficies irriguées et irrigables est proche de 0,2, ce qui traduit la rareté de la ressource en eau mise en compétition avec les besoins domestiques et industriels. Dans ce contexte, la réutilisation des eaux usées est pertinente et a un grand intérêt.

Dans les conditions naturelles, la plupart des oueds de la Mitidja sont intermittents et acheminent des débits importants seulement pendant de courtes périodes après de fortes pluies. Seuls les grands oueds, – Boudouaou, Hamiz, Djemaa, El Harrach dans la partie Est et Mazafran Djer, Bouroumi, Chiffa dans la partie ouest –, ont un écoulement quasi permanent. Cependant, ces derniers ils sont alimentés en partie par le rejet d'eau usée non traitée qui en font un milieu en perpétuelle dégradation.

TAB. 4 – Superficies irriguées et volume d'eau distribué dans la Mitidja de 1990 à 2002 (AGID, 2003[2]).

Année	Superficie irriguée (ha)	Volume d'eau distribué (millions de m^3)
1990	5 117	16,55
1991	5 268	18,12
1992	7 823	24,26
1993	8 373	26,28
1994	3 809	15,75
1995	3 418	10,05
1996	2 433	5,14
1997	1 063	5,88
1998	2 317	4,22
1999	4 832	15,56
2000	3 685	9,54
2001	3 020	7,79
2002	897	1,35

Ainsi, si l'on considère la classification proposée (tableau 5), les classes vont de 1 à 4 en fonction de la teneur en oxygène (O_2) ou de la demande biologique en oxygène à cinq jours (DBO_5) et de la demande chimique en oxygène (DCO), il se confirme que ces oueds sont relativement pauvres en oxygène et ne peuvent par conséquent éliminer les matières biodégradables facilement. Par ailleurs, la pollution minérale dans ces oueds reste globalement élevée notamment au niveau d'El Harrach et du Mazafran et nécessite un traitement avant le rejet vers le milieu récepteur.

TAB. 5 – Etat du degré de pollution des principaux oueds de la Mitidja (IBIRD, 1999[8]).

Oued	Classe	Paramètre
Hamiz	2	DBO_5 , DCO
Boudouaou	2	DBO_5 , DCO
Mazafran	4	O_2 , DCO
El Harrach	4	O_2 , DCO

3.2 Discussion des principaux résultats

3.2.1 Qualité des eaux

Le lac de Réghaia, situé en bordure de la mer Méditerranée à l'est d'Alger est pris comme exemple en raison de sa composition. D'une capacité de 4 millions de m^3 , il est alimenté par (1) les précipitations, (2) les eaux usées domestiques et industrielles qui transitent par une station d'épuration des eaux usées, (3) les eaux infiltrées de la mer Méditerranée et (4) la nappe profonde 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[14]).

L'irrigation est gérée par l'Office du périmètre irrigué de la Mitidja (OPIM) dont la mission consiste à distribuer l'eau du lac conjointement avec l'eau du barrage Hamiz; plusieurs forages à débit élevé sont également mis à contribution. Les eaux des forages sont supposées être

de meilleure qualité mais ne sont pas toujours disponibles en quantité suffisante; la superficie concernée est de 1 600 ha (Messaoud-Nacer, 2003[11]).

Une expérimentation a été effectuée pour étudier la qualité de l'eau du lac de Réghaia en tant que ressource pour l'irrigation et pour évaluer son impact sur les sols. Pour cela, les caractéristiques physico-chimiques des eaux du lac (pH, température, MES, DBO₅, DCO, NO₃⁻, etc.) ont été suivies sur la période mars 2000-avril 2001 (annexe 1). Les mesures ont révélé l'existence d'une pollution d'origine urbaine et industrielle et dépassent les valeurs minimales admises pour les eaux d'irrigation (FAO, 1988[5]). Les valeurs de DCO (figure 2) et de DBO₅(figure 3)trouvées à la surface du lac illustrent bien la mauvaise qualité de eau.

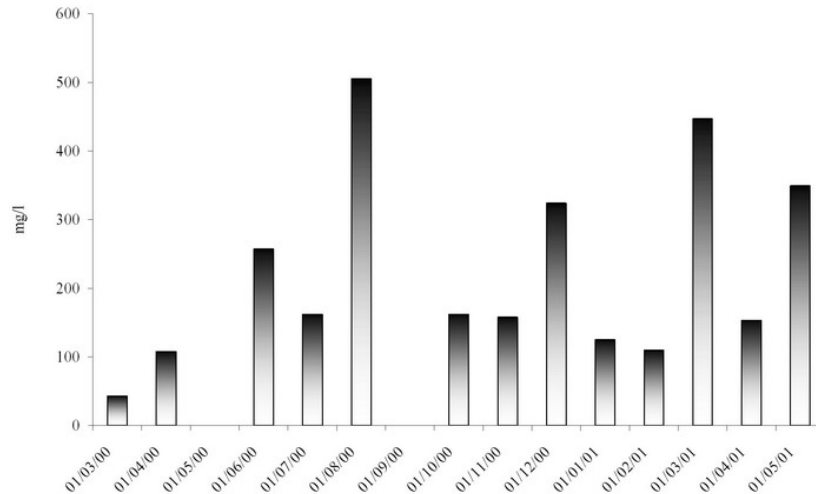


FIG. 2 – Demande chimique en oxygène (DCO) des eaux du lac de Réghaia entre mars 2000 et mai 2001.

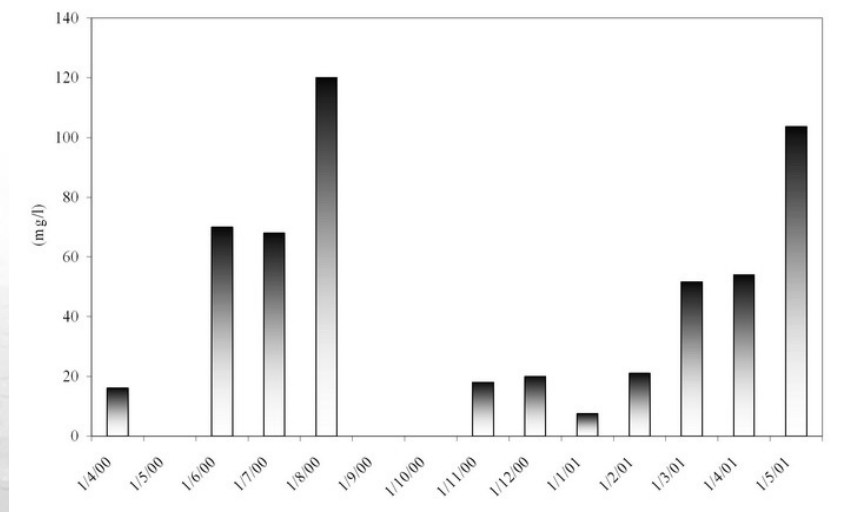


FIG. 3 – Demande biologique en oxygène (DBO₅) des eaux du lac de Réghaia à cinq jours entre mars 2000 et mai 2001.

3.2.2 Impact sur les sols

Pour étudier l'impact de l'irrigation avec l'eau du lac, une investigation des sols a été conduite sur une surface d'environ 400 ha. Elle a abouti à la description de deux sols évolués, profonds, développés sur des alluvions anciens et de texture grossière sablo-limoneuse à sableuse dans les horizons de surface et limono-sableuse en profondeur. L'analyse des profils pédologiques a révélé des taux de matière organique et de phosphore assimilable compatibles avec les besoins de l'agriculture (Hartani et Raissi, 2004[7]). En revanche, les taux de calcaire et d'azote sont insuffisants, notamment dans les horizons de surface où les cultures maraîchères puisent l'essentiel de leur alimentation (annexe 2).

Une carte d'aptitude des sols à l'irrigation avec l'eau du lac est établie à l'aide de cette description (figure 4). Elle différencie clairement deux zones où l'irrigation est possible avec ou sans travaux de drainage. Pour utiliser cette eau sans risque, il faudrait dans tous les cas un traitement puis un contrôle rigoureux de l'eau d'irrigation.

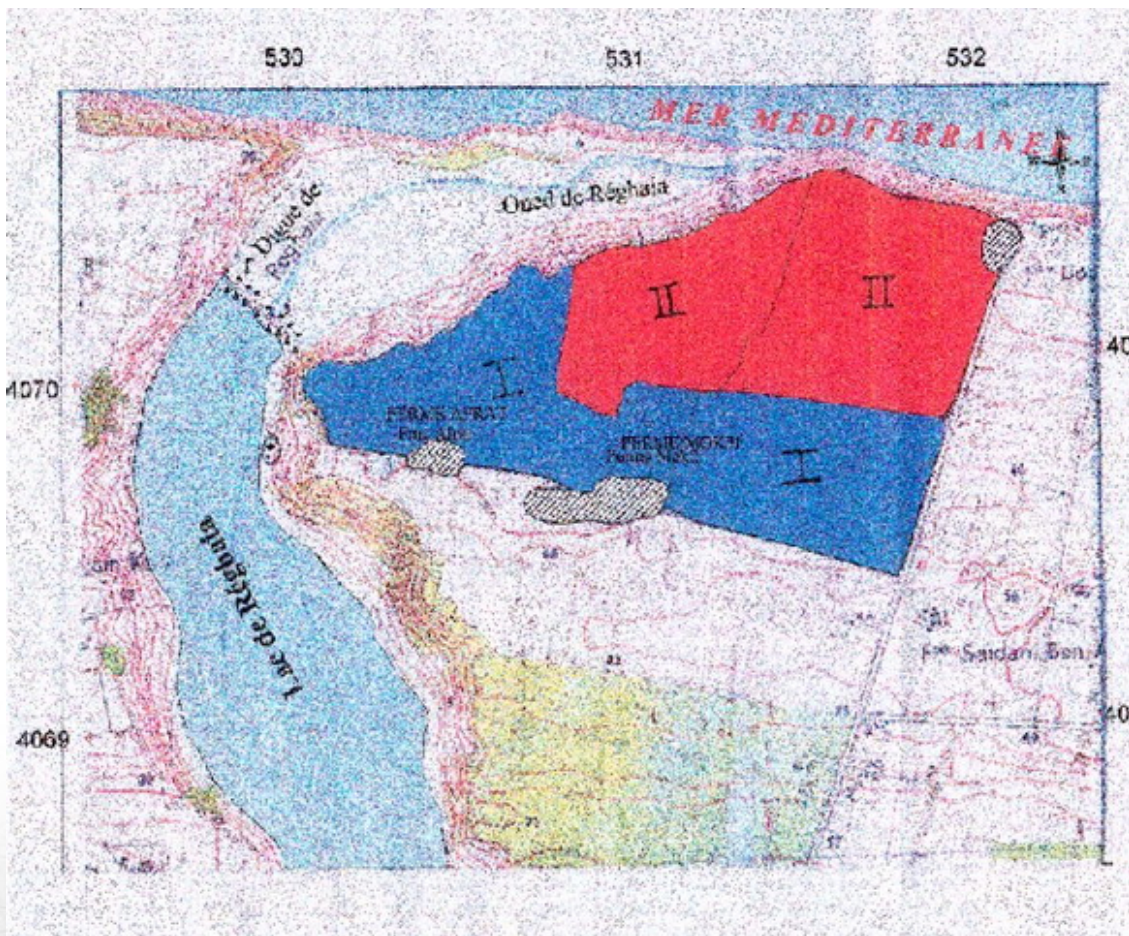


FIG. 4 – Carte d'aptitude des sols à l'irrigation avec l'eau du lac de Réghaia.

3.2.3 Autres impacts

Les autres impacts concernent en particulier la faune, la flore, et les aspects socio-économiques et sanitaires.

La disparition de certaines espèces animales et végétales dans le lac et à son voisinage – tels que les poissons, les oiseaux migrateurs, sédentaires, nicheurs rares et d'autres espèces protégées – est la conséquence directe de l'utilisation des eaux usées non traitées (Boukhalfa, 1991[4]).

En amont, la flore locale est constituée de roselières et de cyprès, et en été se développe une végétation herbacée très dense. Le long des berges, poussent des roseaux, des typhas et quelques rejets d'eucalyptus. En aval, on trouve des roselières et un bosquet de tamaris (Boukhalfa, 1991[4]).

L'aspect socio-économique de la réutilisation des eaux usées pratiquée dans la Mitidja aujourd'hui se traduit surtout par le maintien d'une main-d'œuvre peu qualifiée pratiquant une agriculture traditionnelle peu économe en eau, le maintien également du pâturage dans un site potentiellement contaminé et un exode massif des populations en raison de la dégradation du site autrefois considéré comme touristique. Cependant, au-delà des dommages mentionnés, la réutilisation des eaux usées pose dans ce contexte le problème de la traçabilité des produits agricoles dans un marché difficilement contrôlable.

L'aspect sanitaire nécessite une analyse microbiologique de l'eau, d'une part, et une enquête ciblant les populations en relation avec la zone d'étude, d'autre part. D'une manière générale, les maladies dues à l'irrigation avec les eaux usées sont en nette augmentation en Algérie, notamment au cours des années sèches. Les coûts de prise en charge des personnes affectées sont de l'ordre de 150 000 DA.

4 Conclusions

Nous avons tenté à travers ce travail de montrer que la modernisation de l'agriculture irriguée peut se raisonner aussi en terme de réutilisation des eaux usées.

Nous avons tout d'abord établi un état de l'assainissement et du traitement des eaux usées en Algérie en rapport avec les besoins en irrigation. On retiendra essentiellement que malgré un taux de raccordement au réseau d'assainissement proche de 85 %, les volumes traités sont faibles, ce qui suppose des impacts sur les systèmes physiques, biologiques et humains environnants. En outre, 240 des 600 millions de m³ d'eaux usées produites annuellement en Algérie sont potentiellement réutilisables en irrigation, car proches de périmètres irrigués. Les données concernant la place de la réutilisation des eaux usées dans le cadre du développement de l'irrigation illustrent bien les enjeux futurs de l'eau en Algérie.

Nous nous sommes ensuite intéressé aux pratiques actuelles d'irrigation avec les eaux usées en prenant l'exemple du périmètre irrigué de la Mitidja. Les résultats montrent bien l'impact négatif de l'irrigation avec des eaux non traitées même si dans certaines situations l'impact sur les sols n'est pas significatif. La nature du sol, relativement drainant et profond, permet de lessiver une fraction importante des polluants en excès dans l'eau d'irrigation, ce qui renforce l'opinion favorable que les agriculteurs ont de cette eau malgré les nombreuses mises en garde des gestionnaires.

L'étude des sols a ainsi révélé un enrichissement en matière organique et en phosphore assimilable. En revanche, l'état de la réserve minérale du sol est caractérisé par des déficits en calcaire et en azote. Compte tenu de ces résultats, il faudrait recommander un amendement du sol et surtout une fertilisation azotée pour améliorer la production actuelle.

Les efforts de modernisation éventuels concernent principalement le contrôle de l'eau, la réhabilitation des ouvrages de traitement et la proposition sur le terrain de solutions crédibles en rapport avec la gestion de l'eau. Des mesures d'atténuation telles que la subvention des produits agricoles autres que le maraîchage doivent aussi accompagner cette modernisation.

Références

- [1] AGID, 2001. Agence nationale pour la gestion et la réalisation des infrastructures pour l'irrigation et le drainage. Bilan de la campagne d'irrigation. Document interne. Non publié.
- [2] AGID, 2003. Efficience de l'irrigation dans les grands périmètres en Algérie. Séminaire franco-algérien, Ghardaïa 1^{er}-3 mars 2003, Algérie, 16 p.
- [3] ANRH, 1993. Etude des pluies et des ETP. Agence nationale des ressources hydrauliques (ANRH).
- [4] Boukhalfa I., 1991. Contribution à la connaissance de l'intérêt en ornithologie d'oiseaux d'eau et en écologie du marais de Réghaia. Thèse de doctorat, Institut national agronomique. Alger, Algérie, 192 p.
- [5] FAO, 1988. La qualité des eaux en Agriculture. Food and Alimentation Organisation, Bulletin d'irrigation et de drainage, n° 29.
- [6] Hartani T. 1998. La réutilisation des eaux usées en irrigation. Situation actuelle et perspectives. Séminaire sur les ressources en eau non conventionnelles. Alger : KLI Conseil. p. 10.
- [7] Hartani T., Raissi O., 2004. L'irrigation avec l'eau d'un lac dans la Mitidja. 10 p. soumis à la CIID.
- [8] IBIRD, 1999. Revue des problèmes agro-écologiques et leurs implications pour la gestion des ressources naturelles. La ressource en eau. International Bank of Reconstruction and Development (IBIRD).
- [9] Mac Donald & Partners, Atkins Internaional Limited, BNEDER, 1997. Etude de l'aménagement hydro-agricole de la plaine de la Mitidja. Analyse économique et effets sur l'environnement.
- [10] Medkour M., 2003. Réutilisation des eaux usées épurées. Séminaire sur le secteur de l'eau en Algérie. Ministère des Ressources en eau. 12 p.
- [11] 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, Institut national agronomique, Alger, Algérie. 108 p.
- [12] MRE, 2003. Synthèse sur la situation de l'assainissement et évaluation des besoins en station de traitement et d'épuration en vue de protéger les ressources en eau. Séminaire sur le secteur de l'eau en Algérie. Ministère des Ressources en eau, Alger, Algérie. 11 p.
- [13] MRE, 2004. Synthèse sur la situation de l'assainissement et évaluation des besoins en station de traitement et d'épuration en vue de protéger les ressources en eau. Document interne. Ministère des Ressources en eau. p. 4. non publié.
- [14] OPIM, 2000. Office du périmètre irrigué de la Mitidja. Etat de la campagne d'irrigation, rapport final. Document interne, p. 1-6.
- [15] PNDA, 2001. Plan national de développement agricole. Résultat de l'enquête du ministère de l'Agriculture.
- [16] Yalaoui M., 1998 La réutilisation des eaux usées. Aspects financiers et juridiques. Séminaire Ressources en eaux non conventionnelles. Alger : KLI Conseil, Algérie.

Annexes

TAB. 6 – Annexe 1. Indicateurs de qualité de l'eau mesurés pendant la campagne d'irrigation de mars 2000 à avril 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
$\frac{DCO}{DBO_5}$ (mg/l)	5,37	6,75	3,67	2,38		4,21	8,77	16,21	16,68	5,24	8,64	2,84	3,37
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

TAB. 7 – Annexe 2 : Profils pédologiques des sols identifiés dans la zone d'étude.

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 radicules). 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 radicules 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 radicules et galeries). Effervescence à l'HCl nulle.
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 (radicules, 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-limoneuse, 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.