

REUTILISATION DES EAUX USEES EPUREES DANS LE SECTEUR AGRICOLE EN TUNISIE: SITUATION ACTUELLE ET PERSPECTIVES

F. OUNAIES (**), A. KOUNIDI (*), M.A. OUESLATI (**),
H. DAGHARI (***)

La Tunisie est un pays dont l'agriculture constitue une priorité absolue représentant la plus importante ressource naturelle du pays. Malheureusement, la pluviométrie annuelle est très irrégulière aussi bien dans l'espace que dans le temps et la quasi-totalité du territoire tunisien appartient aux étages aride, semi-aride et saharien (10% du territoire reçoivent une pluviométrie supérieure à 610 mm). L'évapotranspiration est de l'ordre de 1300 mm par an (Daghari *et al.*, 1989), (CGRE, 1991). Ce grand déficit hydrique d'une part et l'accroissement de la demande en produits agricoles d'autre part sont deux facteurs parmi d'autres qui sont à l'origine du développement de l'irrigation dans toutes les régions de la Tunisie. La rareté et les faibles potentialités des ressources naturelles en eau constituent un facteur limitant pour le développement des cultures irriguées. Des efforts considérables sont faits dans l'inventaire, la mobilisation et la gestion des ressources hydrauliques. A titre d'exemple, des recherches intenses ont été menées concernant l'utilisation des eaux saumâtres en irrigation (Cruesi, 1969).

Les eaux usées épurées peuvent être aussi considérées comme une véritable ressource en eau, pouvant contribuer à la diminution du déficit hydrique. Les eaux usées épurées représentent aussi

— un des termes du bilan global «eau» au même titre que les eaux superficielles et souterraines

— un flux de ressources permanent et en accroissement continu

— des débits maîtrisés immédiatement disponibles. La présente note vise à étudier la réutilisation de ces eaux usées épurées issues des stations d'épuration dans le secteur agricole, d'évaluer la situation actuelle, les problèmes engendrés, les insuffisances existantes ainsi que les projets futurs.

Considérations générales

La réutilisation en irrigation des eaux épurées présente de nombreux avantages. Elles contiennent des éléments fertilisants. Leurs matières organiques contribuent à l'enrichissement de la couche fertilisante du sol. Elles

Abstract

Under arid and semi-arid climate, irrigation is necessary. Wherever water resources are limited, there is a need to use salty water, drainage water and waste water in agriculture. In Tunisia, waste water is considered as an important resource that should be used for irrigation purposes.

Many research experiments have been carried out with water coming from a number of waste water treatment stations, in different areas of the country.

Now, the volume of waste water used for irrigation is about 13 millions of m³ and the irrigated area is 2300 ha. In the year 2000, the total amount of this kind of water will be more than 90 millions of m³ and the total area will overtake 23000 ha.

Résumé

Sous climat aride et semi-aride comme celui de la Tunisie, le recours à l'irrigation s'impose. La limitation des ressources en eau oblige l'agriculture tunisienne à l'usage des eaux non conventionnelles de type: eaux saumâtres, eaux usées et eaux de drainage.

Les eaux usées en accroissement continu, peuvent être considérées comme une ressource non négligeable.

La Tunisie a depuis longtemps procédé à des actions de recherche, d'expérimentation dans le domaine. Des stations d'épuration ont été construites dans toutes les régions du pays. Les prévisions de l'an 2000 témoignent d'un tel effort. Si actuellement, les eaux usées épurées utilisées sont de l'ordre de 13 millions de m³, elles dépasseront les 90 millions de m³ vers l'an 2000. Les superficies irriguées passeront de 2400 ha actuellement à 23000 ha dans dix ans.

sont toujours disponibles et leur volume tend à augmenter. Leur traitement à des fins agricoles ne coûte relativement pas trop cher.

Les contraintes à la réutilisation agricole

Les contraintes sont de différents aspects (Atallah, 1987), (Vaillant, 1973), (Valiron, 1983).

— *Aspect social.* Les contraintes sociales proviennent surtout d'idées fortement implantées dans la mentalité du public dues à des habitudes ou à des coutumes transmises d'une génération à l'autre et difficilement modifiables, dans la majorité des cas. En ce qui concerne les eaux usées, psychologiquement l'homme a de tout temps détesté tout ce qui est déchet et saleté, et pour lui il n'y a pas plus sale que ses propres déchets. Les contraintes sociales proviennent aussi des craintes de risques de nuisances, odeurs et contamination. Pour la mise en oeuvre d'un projet d'irrigation à partir des eaux usées épurées, la participation des agriculteurs est un facteur déterminant, un effort d'information et de vulgarisation est nécessaire (explication, discussion, visite de fermes pilotes).

— *Aspect législatif.* Les risques accordés à cet aspect viennent du fait que la réutilisation des eaux usées doit être en concordance avec la politique du pays concernant la protection de l'environnement et la gestion des ressources en eau (décret n°

89-1047 du 28 Juillet 1989).

— *Aspect économique.* Sur le plan économique, la réalisation d'un projet de réutilisation des eaux usées, nécessite une étude comparative entre l'utilisation des ressources naturelles et la mobilisation des eaux usées épurées tout en tenant compte de l'état de la nappe (quantité et qualité) et du degré de pollution provoqué par les eaux usées.

— *Aspect sanitaire.* Les effluents urbains sont riches en micro-organismes pathogènes. Même après traitement, ces eaux restent encore chargées par des bactéries et des virus qui peuvent nuire la santé de l'homme à des différents degrés. Les ouvriers chargés de l'irrigation qui sont en contact direct avec l'eau usée lors de la manipulation, peuvent être facilement atteints par des germes pathogènes ayant de mauvaises répercussions sur leur santé. La consommation des cultures contaminées provoque des maladies dangereuses pour l'homme. L'utilisation des eaux de nappes superficielles contaminées par les eaux usées épurées peut provoquer aussi des dangers sanitaires. La contamination par les aérosols provenant d'une irrigation par aspersion, c'est le cas des habitants qui sont proches du lieu d'irrigation. Les vêtements du personnel peuvent contaminer le milieu familial.

— *Aspect agronomique.* En plus des éléments nutritifs favorables aux plantes, les effluents urbains peuvent également contenir des éléments nocifs aux cultures provo-

(*) Office National d'Assainissement, Tunis.

(**) Ecole Supérieure des Ingénieurs de l'Équipement Rural du Medjez El Bab.

(***) Centre de Gestion des Ressources en Eau, INAT, 43 Avenue Charles Nicolle, 1082, Tunis, Tunisie.

quant une diminution de leur rendement, c'est le cas principalement du chlore, du brome et du sodium.

Effets de l'irrigation

— *Effets sur la végétation.* Très bénéfique à cause des éléments nutritifs et fertilisants apportés par ces eaux. Des mesures faites à Pennsylvania States University montrent que le rendement croît quand l'effluent est utilisé pour l'irrigation en remplacement de l'eau ordinaire:

300% pour les fourrages

50% pour le maïs en grain.

Une expérimentation menée par le Centre de Recherches de Génie Rural de Tunisie (Rejeb, 1989) consistant en une comparaison entre l'irrigation avec les eaux usées épurées et les eaux de puits ou de surface de deux cultures à savoir le sorgho fourrager et le piment, a montré une augmentation de la matière fraîche dans le cas de la première culture mais sans effet sur la deuxième.

— *Effets sur le sol.* L'application de ces eaux épurées augmente la fertilité du sol par l'addition d'éléments nutritifs, surtout dans le cas des sols sableux. C'est ainsi qu'en Pologne, on estime que la proportion d'éléments de l'effluent allant au sol est de:

92% pour l'azote (N)

86% pour le phosphore (P)

71% pour la potasse (K)

Une expérimentation menée par le (C.R.G.R) a donné les conclusions suivantes concernant les effets enregistrés après l'application de ces eaux sur le sol:

— Une augmentation de la salinité des sols
— Une enrichissement en ions sodium, chlorure et sulfate qui se traduit par une variation de la qualité chimique du sol du bicarbonate

— Calcique vers le chlorure

— Sulfate sodique comme celui des eaux usées

— Une augmentation du SAR

— Une augmentation des taux de carbone, d'azote et de phosphore assimilable.

D'après les analyses bactériologiques des sols on a:

— Une élévation du nombre de streptocoques fécaux (SF) par rapport à celui des coliformes fécaux (CF).

— Le niveau de contamination de la couche superficielle du sol (0-5 cm) est plus important dans les parcelles irriguées avec les eaux usées traitées par comparaison aux parcelles non irriguées. Cette différence n'est pas significative pendant les périodes estivales car la survie des germes est conditionnée par les conditions climatiques.

— La nature du sol joue également un rôle important pour la survie des germes, en effet les sols de texture sablonneuse sont globalement moins contaminés que les sols de texture sablo-argileuse.

— *Effets sur la nappe.* Les éléments nutritifs qui ne sont pas utilisés par les plantes ou fixés par le sol, peuvent être lessivés vers la nappe et provoquent une contamination.

L'azote sous forme de nitrates en excès, non utilisé par les plantes est très vite lessivé vers la nappe. Le phosphore peut aussi être lessivé mais ceci est beaucoup plus rare, car les doses appliquées ne sont jamais élevées et les sols ont souvent des teneurs appréciables en matière organique ou en argile qui absorbent pratiquement tout le phosphore.

Choix des cultures

Le choix des cultures est basé sur différents critères:

— L'irrigation des cultures qui peuvent être consommées crues ne doit pas se faire même si l'effluent est hautement traité.

— Tolérance élevée au sel.

— En général, lorsque l'irrigation est utilisée pour se débarrasser de l'effluent, les cultures pratiquées sont le maïs, le fourrage, la prairie, l'horticulture et la pisciculture (élevage des angouilles).

Les techniques d'irrigation

La technique d'irrigation doit être définie en fonction de la qualité de l'effluent, du type de sol et des cultures.

— Irrigation de surface: éviter la contamination des cultures (par contact direct).

— Irrigation par aspersion: désinfecter l'effluent pour éviter le danger des aérosols et la contamination des cultures.

— Irrigation localisée: meilleures conditions sanitaires mais l'effluent doit être soumis à un traitement poussé pour éviter le colmatage des dispositifs de distribution.

Situation actuelle

Actuellement, la superficie équipée a atteint 6200 ha dont uniquement 2400 ha sont irrigués. Le volume total d'eau épurée en 1990 est voisin de 88 millions de m³ dont un volume de 13 million de m³ a été réutilisé en agriculture, soit un taux de 15% (Koundi, 1990), (Jemli, 1990). Pour évaluer la situation actuelle, nous proposons le découpage suivant de la Tunisie en régions:

Grand Tunis

Le Grand Tunis avec ses quatre stations d'épuration Cherguia Choutrana, cotière Nord et Sud Méliane produit 67% du total du volume d'eau usée épurée de la Tunisie (Filali, 1989). En 1990, la situation en matière de réutilisation est résumée dans le **Tableau n. 1**.

Le projet de réutilisation agricole des eaux usées épurées du grand Tunis présente le projet le plus important du pays et est constitué essentiellement de 3 périmètres.

— Sebala: 2670 ha

— Mornag: 942 ha

— Soukra: 840 ha

L'aménagement hydro-agricole de ces périmètres est achevé et la mise en eau se fait progressivement. Les cultures pratiquées ont été choisies conformément aux normes tunisiennes et aux recommandations de l'OMS et de la FAO et comprennent surtout:

— cultures fourragères utilisées sous forme de foin

— cultures industrielles (principalement le coton)

— céréales (blé)

— arboriculture

Région du Cap Bon

En 1990, la situation est présentée comme résumé dans le **Tableau n. 2**.

Dans la région du Cap Bon et suite au surpompage, le niveau de la nappe baisse d'une année à une autre et se trouve finalement contaminée par l'eau de mer. Les vergers et les agrumes se sont trouvés menacés par la salinité qui augmente. Dans le but de les sauvegarder et d'intensifier la production des cultures fourragères et industrielles, le Ministère de l'Agriculture a prévu l'utilisation des eaux usées des stations d'épuration de Hammamet. Actuellement, la région du Cap Bon réutilise les eaux usées épurées pour l'irrigation et pour la recharge de nappe dans les proportions suivantes:

a) Irrigation: 93% du volume réutilisé pour irriguer:

Station	Volume épuré (m ³)	Volume réutilisé (m ³)	%
Cherguia	11.356.220	233.223	20,5%
Choutrana	27.899.679	3.553.942	12%
Cotière Nord	4.980.100		
Sud Méliane	9.705.583	740.766	7,6%
Total	53.941.582	6.627.931	12,2%

Station	Volume épuré (m ³)	Volume réutilisé (m ³)	%
SE 1 Hammamet	686.500	558.840	81%
SE 2 Hammamet	1.251.291		
SE 3	452.382		
SE 4	2.632.476	707.451	27%
Kelibi	895.220		
Total	5.917.869	1.266.291	21%

- 30 ha culture fourragères industrielles
 - 300 ha arboriculture (Agrumes)
 - 50 ha terrain de golf (Hammamet)
- b) Recharge de la nappe:
7% du volume réutilisé est consacré à la recharge de la nappe. Le **Tableau n. 3** résume la situation actuelle en matière de réutilisation des eaux usées:

Périmètres équipée (ha)	Source d'eau irriguée (ha)	Superficie	Superficie
Souhil	SE 4	236	160
Messadi	SE 4	70	50
Bir Rommana	SE 4	—	36
Terrain Golf	SE 1	50	50

Région du Centre

La région du centre est dotée de 6 stations d'épuration. En 1990, le volume d'eau épurée est de 15.389.500 m³ dont 2.562.000 m³ sont réutilisés. Le **Tableau n. 4** résume la situation actuelle.

Station	Volume épuré (m ³)	Volume réutilisé (m ³)	%
Sousse Nord	3.604.000	950.000	26
Sousse Sud	4.006.000	263.000	6,5
Monastir	1.460.000	1.068.000	73
Moknine	1.175.000	—	—
Dkhila	1.414.500	—	—
Kairouan	3.730.000	281.000	7,5
Total	15.389.500	2.562.000	16,5

Région du Sud

Dans le sud, il existe huit stations d'épuration. Le **Tableau n. 5** résume les volumes traités par ces stations ainsi que le volume réutilisé pour l'année 90. Au mois de septembre 1991, ont débuté les travaux de construction d'une station d'épuration (la troisième dans le pays de point de vue importance) à Gabès. Cette station sera en mesure de produire 200 l/s et c'est prévu qu'elle sera fonctionnelle dans deux ans. Les périmètres existants sont montrés dans le **Tableau n. 6**.

Stations	volume épuré (m ³)	volume Réutilisé (m ³)	%
Sfax	7.059.270	1.600.000	23
Gafsa	1.599.776	—	—
Dar Jerba	547.961	22.000	4
Sidi Mehrez	749.015	90.000	12
Sidi Slim	621.324	—	1,5
Tanit	45.835	—	—
Zarzis-Souihel	369.153	—	—
Lella Mariem	190.739	—	—
Total	111.830.73	1.721.000	15

Problèmes et insuffisances

La réutilisation des eaux usées épurées se trouve confrontée à des problèmes d'ordre technique et sanitaire (absence de zones irrigables disponibles au voisinage des stations d'épuration, spéculations agricoles choisies en fonction du degré d'épuration, qualité de l'eau...). Une enquête menée dans les divers périmètres irrigués de la Tunisie, a permis de dégager les contraintes suivantes.

Au niveau des terrains de golf:

- Problèmes au niveau de l'installation, les matières en suspension ont un effet néfaste sur les accessoires du réseau qui provoquent le colmatage et la corrosion. Le choix d'un équipement adapté est nécessaire.
- Accumulation de la vase dans les lacs de stockage à cause des matières en suspension entraînées par l'effluent. Pour cela un curage périodique des lacs de stockage est impératif.
- Le gazon green est très sensible, il demande beaucoup d'entretien à la suite de son irrigation par les eaux épurées.
- Absence de vaccination des ouvriers.
- Des maladies à base de champignons.

Au niveau des périmètres irrigués:

- L'apport d'eau est insuffisant : cas du périmètre Souhil : 1.444 m³/ha/an. Les eaux épurées des stations SE3 et SE2 ne sont pas encore réutilisées.
- Les surfaces équipées ne correspondent pas aux surfaces irriguées.
- Des problèmes fonciers et particulièrement d'héritage.
- Les agriculteurs ne suivent pas l'asso-

Périère	Source	Superficie (ha)	volume réutilisé	Cultures
El Hajeb	STEP Sfax	170	1.600.000	Coton, luzerne Sorgho Fourrager
Gafsa	STEP/Gafsa	17	—	Grenadiers-pêches luzerne V. avoine
Lela Meriem/Souhil	STEP Lella, Meriem. STEP Zarzis, Souhil	100	200	Jardins d'hôtel
Dar Jerba	STEP Dar Jerba	—	—	—
Sidi Slim	Sidi Mehrez	—	—	—
Sidi Mehrez	STEP Dar Jerba Sidi Slim	200	120.000	—

Stations	Superficie (ha)	Volume réutilisé (m ³)
Grand Tunis	15.000	67.500.000
SE2 Hammamet	210	—
SE3 Hammamet	194	4.800.000
SE4 Hammamet	300	—
Sousse Sud	200	—
Sousse Nord	60	3.560.000
Moknine	200	—
Kairouan	370	—
Sfax	114	—
Gafsa	20	1.680.000
Total	16.668	77.540.000

ment préconisé par l'étude. Ils refusent de pratiquer certaines cultures pour des raisons de rentabilité.

— Manque d'analyses périodiques de l'eau, du sol et des cultures récoltées.

— Des problèmes de qualité d'eau (présence de margine) sont posés dans la STEP Sfax.

— Problèmes de corrosion et de colmatage du réseau surtout si le périmètre se trouve loin de la station d'épuration, ce qui permet l'activation des phénomènes d'anarabioses à l'intérieur des canalisations pendant la période de coupure de pompage.

Programmes de réutilisation

Le programme de réutilisation des eaux usées épurées comprend: l'extension des périmètres existants, la création de nouveaux périmètres. La situation future (à l'échéance 2002) est résumée dans le **Tableau n. 7**.

Avec les programmes envisagés à l'échéance 2.002, la superficie irriguée par les eaux usées épurées atteindra environ: 23.000 ha (6.200 + 16.688) et le volume réutilisé sera voisin de 90 millions de m³ (13 + 77).

Conclusion

La réutilisation des eaux usées épurées en agriculture, a montré que les sols peuvent

constituer un moyen efficace dans le processus d'épuration en jouant le rôle épurateur complémentaire. L'irrigation par les eaux usées épurées en Tunisie doit être appliquée avec un certain nombre de consignes qui sont aujourd'hui systématiquement recommandés.

— Préparation d'une structure de vulgarisation avant de créer le périmètre et l'adoption d'un système d'irrigation adéquat.

— Contrôle sanitaire continu en vue d'éviter toute contamination humaine ou animale.

— Adoption d'un réseau de drainage.

— Eviter la contamination de la nappe à partir de champs d'épandage.

— Réduction conséquente des fumures dans les zones irriguées à l'eau épurée (30 Tonnes de fumier/ha apportent presque les mêmes quantités en nutriment NPK que 300 m³ d'eaux usées épurées) pour éviter un colmatage et une battance des sols.

— Un effort supplémentaire est à fournir dans le domaine de la recherche scientifique.

Bibliographie

CGRE (1991): 90, 89, 88, 87, 86, 87, 86, 85, et 84, Bulletins mensuels et annuels, Centre de Gestion des Ressources en eau de l'INAT, INAT, Tunisie.

RGR (1990): «Rapport d'activités du Centre de Recherches de Génie Rural» (CRGR).

Jemli M. (1990): «Stratégie de la réutilisation des eaux usées en agriculture», Direction Générale des Ressources en Eau, Tunisie.

Koundi A. (1990): «Réutilisation des eaux épurées et des boues résiduelles en Tunisie», 2ème symposium international de Marseille sur la protection du milieu marin contre la pollution urbaine, 20 au 22/06/90.

Daghari H., Maâlej M., Laroussi Ch. et DeBacker L.W. (1989): «Bilan hydrique sur Jacbère et sol nu dans les régions semi-arides», Journal of hydrology, pp. 97-204.

Filali M. (1989): «Irrigation par les eaux usées traitées du Grand Tunis» (Tunisie), note technique, Direction Générale des Etudes et des Grands Travaux Hydrauliques (EGTH), Tunisie, p. 17.

Rejeb S.: «Effets des eaux usées traitées et des boues résiduelles sur la croissance et la composition chimique de quelques espèces végétales», Thèse de doc. de spécialité, FaC. Sci. de Tunis, p. 194.

Atallah S. (1987): «La réutilisation des eaux usées traitées», Note interne, Ministère de la santé Publique, Tunisie.

CRGR, PNUD/OPE (1987): «Réutilisation des eaux usées après traitement en Agriculture?» rapport technique Vol. 1 (3ème partie), p. 69 + appendices, Projet RAB/80/011 Ressources en eau dans les pays de l'Afrique du Nord-Mai 1987.

Leger G. (1987): «Les risques sanitaires liés à la réutilisation agricole des eaux usées Recensement et remèdes possibles», Société des eaux de Marseille, p. 17.

Ennabli N., Boujelben A. (1984): «L'Irrigation à l'Eau Usée en Tunisie», Revue Tunisienne de l'équipement n° 48, 103-110.

Valiron F. (1983): «La réutilisation des eaux usées», Document technique.

Vaillant J.R. (1973): «Protection de la qualité des eaux et maîtrise de la pollution contrôlée de déversement d'eaux polluées», ed. Eyrolles.

Cruesi (1969): Séminaire sur l'irrigation à l'eau saumâtre, Tunis 24-29 Octobre 1969.

BIBLIOTECA EDAGRICOLE

STORIA AGRARIA



Saltini A.

Storia delle scienze agrarie

Prefazione di Ludovico Geymonat

Volume I - **Dalle origini al Rinascimento**
c/92-2412 - pagg. XVI+530, 470 ill., rilegato
L. 65.000

Volume II - **I secoli della rivoluzione agraria**
c/92-2413 - pagg. 800, 650 ill., rilegato
L. 80.000

Volume III - **L'età della macchina a vapore e dei concimi industriali**
c/92-2414 - pagg. 446, 500 ill., rilegato
L. 65.000

Volume IV - **L'agricoltura al tornante della scoperta dei microbi**
c/92-2415 - pagg. 568, 366 ill., rilegato - L. 80.000

«L'agricoltura osservata come combinazione di elementi tecnologici, scientifici, politici e sociali» diventa una realtà profondamente vitale, oggetto di un giustificato ed opportuno desiderio di indagine. Lo studio storico è del resto indispensabile per possedere un'autentica cultura agraria poiché rende consapevoli delle vicende attraverso le quali ha preso forma il patrimonio di cognizioni scientifiche e metodologiche sperimentali che abbiamo ereditato. È questa l'intelligente intuizione di Antonio Saltini concretizzata in un'opera di ricostruzione storica degli eventi significativi che hanno caratterizzato il processo di sviluppo teorico e pratico dell'agricoltura dalle sue origini ai tempi moderni. L'analisi, condotta con acuto spirito d'osservazione e descritta con linguaggio brillante, affascina per la vastità dei suoi interessi e la lucidità critica con cui interpreta i fatti e integra le osservazioni di altri scrittori.

