SECHERESSE

Article scientifique

Sécheresse 2007 ; 18 (3) : 161-7

Le problème des excédents hydriques à Ouargla : situation actuelle et perspectives d'amélioration*

Tahar Idder

École Fénelon du paysage
et de l'environnement,
1, rue du Montauban,
93410 Vaujours
<tahar_id@yahoo.fr>

Résumé

L'oasis de Ouargla, comme de nombreuses autres agglomérations du Sahara algérien, est actuellement affectée par une remontée des eaux de la nappe superficielle. Cette remontée est due aux rejets des eaux de drainage et des eaux résiduaires urbaines. Actuellement, eaux urbaines non traitées et eaux de drainage sont mélangées et évacuées vers des sites proches des agglomérations. Ces eaux usées provoquent des préjudices importants. Les bassins débordent souvent, ils engendrent des nuisances olfactives et favorisent l'insalubrité et la dégradation des conditions sanitaires. Les eaux résiduaires urbaines pourraient être séparées et valorisées après traitement par lagunage, procédé rustique et peu coûteux. La mise en place de systèmes sophistiqués pour le traitement des eaux est en effet peu adaptée au contexte des pays en développement. La valorisation de ces effluents permet d'économiser la ressource en eau souterraine, seule disponible. Quant aux eaux de drainage, trop salées pour être valorisées, elles pourraient être évacuées vers une *sebkha* suffisamment éloignée, la *sebkha* Safioune, pour que les débordements n'affectent pas les zones habitées. Pour diminuer leur volume à la source, une meilleure gestion de l'irrigation est recommandée.

Mots clés : Algérie, eau et gestion de l'eau, eau souterraine, oasis, ressource en eau.

Abstract

Excess water in Ouargla: Present situation and perspectives for improvement

The oasis of Ouargla, like many constructed areas of the Algerian part of the Sahara, is at present affected by rising of the surface expanse of water. This situation is due to waste removal of drainage waters and household waters. At present non-treated household waters and drainage waters are mixed and evacuated towards sites that are near constructed areas. Such liquid waste can cause extensive pollution. Ponds often overflow, causing olfactory discomfort and favouring insalubrity and the general degradation of sanitary conditions. Such waste waters could be separated and recycled after treatment in stabilization pools, a time-proven and cheap process. Indeed, sophisticated systems of water treatment are poorly suited to developing countries. Recycling of waste waters would make it possible to save underground water resources, the only ones available. As for drainage waters, too salty to be recycled, they could be evacuated towards the Safioune sebkha which is far enough away to avoid any affects of overflow into inhabited zones. To reduce their volume at the source, better irrigation management is proposed.

Key words: Algeria, ground water, oasis, water and water management, water resources.

* Cette étude s'appuie sur des résultats de travaux de terrain, obtenus, entre 1994 et 1998, dans le cadre de la préparation d'une thèse de doctorat, complétés par des observations et mises à jour réalisées ultérieurement entre 2002 et 2005. La thèse a été préparée sous la direction du Professeur Gérard Moguedet.

doi: 10.1684/sec.2007.0085

Tirés à part : T. Idder

L'accroissement des besoins en eau dans les oasis du Sahara algérien a conduit à un recours de plus en plus important à l'exploitation des nappes d'eau souterraines. L'exploitation intensive de ces nappes est apparue, aux décideurs, comme inévitable pour le développement des régions sahariennes.

Ainsi, en dépit des difficultés d'aménagement en milieu saharien, de multiples projets de mise en valeur très ambitieux, s'appuyant sur des moyens technologiques et financiers très importants, se sont développés à grande échelle dans la plupart des oasis sahariennes. Ces projets ont été bénéfiques pour ces oasis, et ont permis de développer notablement les cultures céréalières et maraîchères qui étaient, jusqu'à un passé très récent, pratiquées uniquement à très petites échelles.

Cependant, l'accroissement important des débits exploités, autant au niveau des périmètres de mise en valeur que dans les palmeraies traditionnelles, associé, surtout, à un usage souvent mal raisonné des ressources hydriques, a conduit à des gaspillages importants, faisant apparaître des quantités non négligeables d'eaux excédentaires.

Ces excédents ont fortement perturbé les équilibres naturels dans les milieux urbains sahariens, milieux déjà très fragiles, caractérisés par une aridité marquée, par des nappes superficielles salées et souvent de faible profondeur, et enfin par des conditions topographiques qui ne facilitent pas l'évacuation des eaux usées, et cela en particulier dans les oasis du bas Sahara, situées dans de vastes cuvettes sédimentaires.

L'évacuation des eaux usées de ces oasis, comme c'est le cas pour la plupart des agglomérations situées en zone aride, se heurte au problème de l'absence, à proximité, de réseaux hydrographiques suffisamment importants, susceptibles de servir d'exutoires. Par conséquent, l'application des schémas d'assainissement traditionnels pour évacuer les eaux excédentaires des oasis sahariennes n'est pas envisageable.

Ouargla constitue un cas typique dans lequel la surexploitation des nappes d'eau souterraines, aggravée par l'absence d'un dispositif efficace de gestion de ces ressources en aval, a conduit à l'apparition d'énormes quantités d'eau excédentaires. Ce problème est devenu une véritable menace pour l'environnement et les conséquences s'en font ressentir aussi bien en agglomération qu'en périphérie des zones habitées.

Ouargla, comme toutes les oasis sahariennes, doit son existence et sa prospérité, dans un milieu aussi hostile que le désert, à une disponibilité importante en ressources hydriques souterraines. Mais il faut constater en revanche que, précisément du fait de la mauvaise utilisation de ces ressources, cette oasis est en train de connaître, à présent, l'une des situations écologiques les plus catastrophiques de son existence. Ouargla pourrait être qualifiée, à juste titre, d'oasis malade de trop d'eau [1].

Le cadre naturel

Un contexte morphologique favorable à la stagnation des eaux

Ouargla est l'une des principales oasis du Sahara algérien. Elle se situe, approximativement, à 750 km d'Alger. La ville et ses palmeraies sont installées dans une cuvette qui constitue l'aboutissement de l'artère hydrographique de l'oued Mya. Dans la région de Ouargla, le lit de cet oued est d'une largeur variable mais toujours assez modeste. À 11 kilomètres au sud de l'agglomération, cette largeur est d'environ 4 kilomètres, elle atteint ensuite 12 kilomètres environ, au niveau de l'oasis, et à 7 kilomètres au nord, elle se rétrécit et devient égale à 6/7 kilomètres. À 20 kilomètres au nord de l'agglomération, dans la zone où se termine le parcours de l'oued Mya, la largeur de la vallée atteint une trentaine de kilomètres. La pente générale moyenne de cette vallée, depuis la ville de Ouargla, est l'ordre de 1 ‰.

La cuvette de Ouargla présente une dissymétrie est-ouest assez nette. La limite vers l'ouest est marquée par une falaise qui domine la vallée à une altitude d'environ 220 mètres. La limite est, quant à elle moins élevée (160 mètres), est beaucoup plus diffuse. Elle est composée de formations dunaires, d'importance relativement modeste. Les bas-fonds de la cuvette (136 mètres au niveau du marché du Ksar) sont occupés par des alluvions. Les jardins de l'oasis y sont implantés, mais pour la plus grande partie, ce sont des terrains inondés ou inondables de la *sebkha (figure 1)* qui s'allongent en forme de croissant, au nord de la ville, depuis l'ouest (128 m) vers l'est (127 m). Cette *sebkha*, qui constitue un élément déterminant dans le paysage morphologique de la cuvette, est composée de sols salés gypseux et très peu perméables qui évoluent dans des conditions d'asphyxies prolongées. La *sebkha* de Ouargla fonctionne actuellement de manière artificielle. Elle est alimentée principalement par les eaux de drainage de la palmeraie qui provoquent la remontée de la nappe phréatique, alors que les apports dus aux ruissellements sont négligeables. Plusieurs auteurs [2] ont signalé cependant que, au Néolithique, cette *sebkha* fonctionnait naturellement, grâce à l'apport des eaux souterraines. Durant les périodes de chaleur, les surfaces inondées en hiver s'assèchent ou se réduisent considérablement sous l'effet de l'évaporation. La *sebkha* se comporte, ainsi, comme une véritable machine évaporatoire [3].

Des conditions climatiques extrêmes

Ouargla appartient à l'étage bioclimatique saharien et est caractérisée par une aridité nettement marquée et une séche-

Figure 1. Vue générale de la *sebkha* de Ouargla.
On observe au dernier plan la formation dunaire qui délimite la cuvette dans sa partie est.

resse quasi permanente. La température annuelle moyenne, mesurée sur la période 1980-1993, est de 22,6 °C. Les maxima et minima moyens sont de 41,8 °C et 5,1 °C enregistrés, respectivement, pendant les mois de juillet et de janvier. L'amplitude thermique annuelle moyenne est donc de l'ordre 37 °C. La moyenne annuelle des précipitations, sur cette même période, est de 39,5 mm. Ces précipitations sont marquées par leur caractère faible et irrégulier (102,7 mm et 100,8 mm, respectivement, pour les années 1990 et 1982, contre seulement 6,7 mm et 6,2 mm, respectivement, pour 1989 et 1981). L'évaporation, mesurée en bac Colorado, est de 2 085 mm en moyenne par an, ce qui représente un taux d'évaporation voisin de 6 mm par jour.

Des sols fortement salins et hydromorphes

Le paysage pédologique de la cuvette est dominé principalement par le caractère salin. Le second caractère qui prédomine à Ouargla est celui de l'hydromorphie. La manifestation saline la plus visible est celle de la *sebkha*, mais les sols irrigués de la palmeraie ne sont pas non plus épargnés. Ces sols sont le plus souvent très salés, ou, plutôt, ils le sont devenus à la suite de l'intervention anthropique puisque l'irrigation se fait avec une eau relativement minéralisée, seule ressource disponible certes, et qu'elle est associée à un lessivage-drainage déficient. À titre d'exemple, les analyses physico-chimiques que nous avions effectuées sur quatre profils de sols de palmeraies différentes, situées en bordure de la *sebkha*, ont révélé que les conductivités électriques de ces sols varient en moyenne entre 26 et 50 mS/cm dans les horizons de surface (salinité exprimée en conductivité électrique de l'extrait de pâte saturée) [4]. Ces sols sont classés dans les catégories de sols très fortement salins, mais présentent en revanche des structures généralement non dégradées, grâce notamment à la présence en grande quantité de sels de la série neutre [5]. Le caractère de salinité observé dans les sols de l'oasis est essentiellement favorisé par les facteurs suivants :

– les conditions climatiques dans la mesure où la distribution des sels en solution dans le sol résulte ; d'une part, de l'évaporation qui aura pour effet la concentration et l'accumulation des sels et, d'autre part, des précipitations qui vont favoriser le phénomène de lessivage. À Ouargla, l'évaporation annuelle est nettement supérieure aux précipitations (2 085 mm, contre 39,5 seulement), ce qui explique la forte tendance des sols à la salinisation, phénomène fréquemment rencontré dans toutes les villes du Sahara ;

– l'héritage géologique puisque la plateforme saharienne, d'une manière générale, et la région de l'oued Mya, en particulier, ont connu à plusieurs reprises la formation d'évaporites, en particulier au Trias, mais aussi au Sénonien. Au cours des divers épisodes tectoniques qu'a connus la région, ces formations ont imprégné de sel et de gypse les terrains avec lesquels elles se sont trouvées en contact et ont provoqué une diffusion importante de sel [6]. Au Plio-Quaternaire enfin, les dépressions fermées ont vu s'accumuler des dépôts contenant d'importantes concentrations de sel gemme provenant du lessivage des niveaux salifères plus anciens ;

– la nappe phréatique, qui imprègne le matériau pédologique et qui se situe à faible profondeur sous la surface du sol (à moins de 50 cm dans certains endroits), joue, par son caractère fortement salin, un rôle très important dans l'accentuation du phénomène de salinisation des sols. Les prélèvements d'échantillons effectués au niveau des piézomètres installés dans la cuvette ont montré que les conductivités électriques des eaux de cette nappe peuvent dépasser 70 mS/cm [4].

Cet examen rapide des conditions du milieu montre que le cadre naturel dans lequel se situe Ouargla est idéal à l'accumulation des eaux. Sous l'influence des conditions climatiques et d'une nappe superficielle très salée, le milieu naturel évolue ainsi rapidement vers des conditions de salinité et d'asphyxie excessives. La cuvette de Ouargla représente donc un contexte écologique particulièrement fragile, où la gestion des ressources hydriques devrait être menée avec un maximum de soins.

Des ressources en eau surexploitées

Les formations géologiques de la région de Ouargla contiennent, en plus de la nappe superficielle, deux grands ensembles de formations aquifères bien connus : le Continental Intercalaire à la base, qui s'étend sur tout le bassin sédimentaire du Sahara septentrional, et le Complexe Terminal au sommet. Ce dernier renferme, sur le territoire algérien, deux formations aquifères distinctes. La première est contenue dans les sables du Mio-Pliocène, tandis que la seconde se trouve dans le Sénonien supérieur et l'Eocène inférieur (Sénonien pour Ouargla principalement).

L'exploitation de la nappe du Mio-Pliocène à Ouargla, remonte à un passé déjà lointain. Cette nappe a acquis une réputation légendaire, puisqu'elle a été à l'origine de la création de l'oasis et a permis sa prospérité [7]. Au Xe siècle, période où l'oasis a connu l'apogée de sa splendeur, toutes les eaux étaient jaillissantes [8]. Au XIXe siècle, en 1888, le débit total dont disposait la région de Ouargla était de l'ordre de 0,4 m^3/s. À cette période, la plupart des puits étaient encore jaillissants et leur niveau hydrostatique se situait à plus de 5 mètres au-dessus du niveau du sol [9].

L'exploitation de la nappe du Sénonien est en revanche beaucoup plus récente, puisqu'elle remonte seulement à 1953. La multiplication importante des forages a permis une augmentation très sensible des débits exploités qui ont atteint 0,7 m^3/s en 1970 pour les deux nappes du Complexe Terminal. À cette même époque, on dénombrait, dans la cuvette, une centaine de forages opérationnels tubés (par opposition aux puits traditionnels coffrés) dans la première nappe et 4 dans la seconde [10]. Cet accroissement a, en revanche, provoqué l'abaissement des niveaux piézométriques : la nappe du Mio-Pliocène est devenue seulement ascendante. En 2002, le nombre de forages exploités est passé à 154 pour la nappe du Mio-Pliocène et à 31 pour la nappe du Sénonien et le débit total prélevé dans ces deux aquifères a atteint près de 1,9 m^3/s. Pour ce qui est des forages du Continental intercalaire, il en existait 2, en 1970, qui fournissaient un débit de 0,3 m^3/s [10] et en 2002, le nombre de ces forages est passé à 3, produisant un débit de l'ordre de 0,9 m^3/s. Nous remarquons donc que le débit exploité dans la cuvette à partir des différentes nappes a été pratiquement multiplié par trois, sans qu'aucun dispositif d'accompagnement efficace ne soit mis en place pour gérer convenablement ces ressources après utilisation.

Il a été, heureusement, fortement question, ces dernières années, de réduire, voire de supprimer, les forages du Continental Intercalaire situés à l'intérieur de la cuvette, non seulement en raison de la difficulté de maîtrise de leurs débits, mais aussi pour les énormes problèmes engendrés par la qualité des eaux de cet aquifère (tendance à l'entartrage et très fortes températures). Ce type de forages profonds, qui traversent des couches salifères importantes, se trouve, en outre, à la source de deux catégories d'incidents graves : la forte augmentation de la salure des eaux pompées, et la création d'énormes cavités dans les niveaux salifères, suite à leur dissolution massive par les eaux. Ces incidents sont principalement causés par la corrosion et la détérioration des tubages lors de leur contact prolongé avec les couches de sel qu'ils traversent.

Figure 2. Paysage typique illustrant le phénomène des excédents hydriques et ses conséquences sur la palmeraie de Ouargla.
La mare observée, provoquant le dépérissement des palmiers, est due à la stagnation des eaux de drainage.

Les excédents hydriques : une conséquence prévisible ?

Compte tenu de son contexte morphologique, Ouargla constitue un milieu naturellement difficile dans lequel la surexploitation des ressources en eau a inéluctablement conduit au phénomène des excédents hydriques. L'ampleur de ce phénomène s'est considérablement accentuée par l'absence d'un système efficace de drainage et d'évacuation. Au centre-ville, d'énormes mares d'eaux usées stagnent pratiquement en permanence sur les voies publiques et dans les quartiers populaires. Ces mares se transforment, en saison chaude, en de véritables nids à moustiques et autres insectes nuisibles. La situation n'est guère meilleure dans les palmeraies où les drains, quand ils existent, sont mal organisés et leur hiérarchie est souvent aléatoire. À cette mauvaise organisation, s'ajoute un manque flagrant d'entretien. Le réseau est souvent délaissé et livré à lui-même, et les mauvaises herbes prolifèrent gênant, ou obstruant parfois totalement, les écoulements. Dans beaucoup de parcelles, les drains secondaires n'aboutissent nulle part et se perdent au sein même des palmeraies où ils donnent naissance à d'énormes surfaces d'eaux stagnantes qui provoquent l'engorgement et le dépérissement de ces palmeraies *(figure 2)*. La mise en place, au début des années 1990, d'un canal collecteur *(figure 3)* traversant la *sebkha* depuis l'ouest vers l'est, pour acheminer les eaux drainées vers une station de pompage, a permis une amélioration de la situation. Un rabattement important de la nappe phréatique a été obtenu autour des zones traversées par le canal et la *sebkha* dans sa partie ouest a été pratiquement asséchée. Mais malheureusement, c'est la partie est de la cuvette, recevant la quasi-totalité des eaux drainées, qui se trouve aujourd'hui totalement engorgée. Cette station de pompage reçoit, en plus des eaux de drainage, les eaux usées urbaines non traitées qui lui parviennent d'une station d'épuration qui ne fonctionne toujours pas, et ce pratiquement depuis la date de sa réalisation en 1975. L'ensemble de ces effluents est évacué vers la *sebkha* d'Oum ErRaneb, une dépression de 800 hectares, qui se trouve à 5 kilomètres environ au nord-est de la station de pompage. Ce site, se situant en pleine cuvette, commence à poser d'importantes nuisances, dont l'ampleur est devenue désastreuse du fait de l'accroissement considérable des rejets *(figure 4)*. Les nuisances observées sont, entre autres, le retour des eaux vers les palmeraies, contrariant leur drainage, la formation d'efflorescences salines sur les sols les rendant impropres à l'usage agricole, les débordements des eaux sur les voies publiques, et le dégagement de mauvaises odeurs et la prolifération des anophèles, moustiques vecteurs du paludisme.
Le site du rejet actuel constitue aujourd'hui une véritable menace aussi bien pour les agglomérations environnantes, principalement celle d'Oum Er Raneb, qui se situe à une centaine de mètres des rives du site, que pour l'oasis entière.

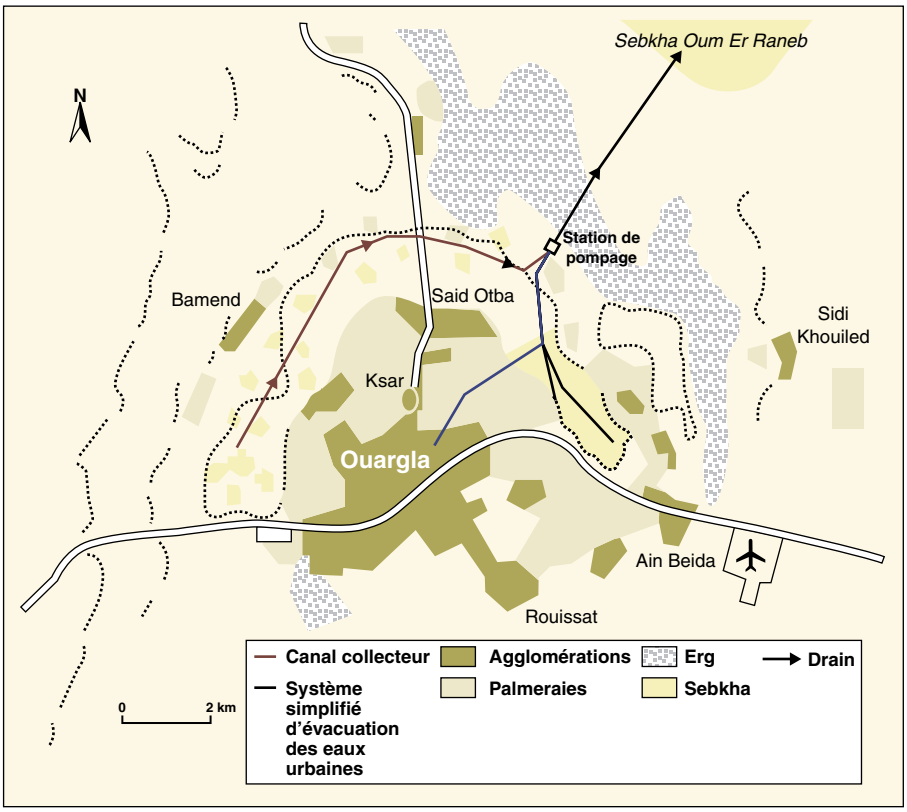

Figure 3. Système actuel d'évacuation des eaux usées de la cuvette de Ouargla (d'après [1]).

Figure 4. Site du rejet photographié à quelques mètres du village d'Oum Er Raneb.
À la surface de l'eau, on observe des flocons de matières fécales (en marron) mélangés aux sels cristallisés. Ces matières sont la source de gênes considérables pour les riverains.

Caractérisation des eaux excédentaires

L'évaluation de l'ampleur du problème permettrait, d'une part, de mettre en évidence le type de mesures envisageables pour une meilleure gestion des excédents en aval et, d'autre part, de cerner quelques actions préventives à mener en amont de la mobilisation des ressources hydriques. Pour ce faire, un essai de bilan quantitatif et qualitatif a été réalisé. Le débit d'eaux usées urbaines, communiqué par les services techniques de la ville de Ouargla, serait de l'ordre 2,2 millions de m^3 par an. Ce chiffre est certainement sous-estimé, compte tenu de l'importance des fuites observées au niveau du réseau de collecte. Ces effluents sont principalement caractérisés par une conductivité électrique de l'ordre de 6 mS/cm, comparable à celle des eaux de certains forages de la nappe du Mio-Pliocène, et par un rapport DCO/DBO_5 égal à 1,8. Ce chiffre est caractéristique d'un effluent à dominance domestique, ce qui semble correspondre à la réalité. Quant aux eaux excédentaires agricoles, il est impossible d'évaluer leurs volumes par mesure directe des débits au niveau des drains, dans la mesure où le réseau de drainage est très mal organisé et son écoulement est souvent défectueux. Afin d'aboutir à une estimation approchée des volumes d'eau de drainage, nous avons comparé, mensuellement, les apports, constitués par les débits d'eau d'irrigation (I) utilisés dans chaque secteur irrigué de la palmeraie et les précipitations (P), à l'évapotranspiration potentielle ETP, puisque celle-ci correspond sensiblement aux besoins d'eau maxima des cultures, lorsque celles-ci sont bien alimentées en eau. Les apports dus aux précipitations étant négligeables, nous nous sommes basés sur le rapport : I – ETP. Celui-ci nous a permis de déduire, mois par mois, et pour chaque secteur irrigué, le volume d'eaux excédentaires de drainage : sur l'ensemble des palmeraies irriguées, ce volume a été estimé à près de 14 millions de m^3 par an. En conclusion, ce sont au total, avec les eaux urbaines, chaque année, plus de 16 millions de m^3 d'eaux usées qui vont rejoindre la nappe superficielle. Ces quantités ne tiennent pas compte des volumes qui peuvent provenir des domaines de mise en valeur et qui sont certainement loin d'être négligeables, étant donné que l'on y utilise le plus souvent des forages du Continental Intercalaire, gros producteurs d'eau. Notons à titre comparatif que la quantité moyenne des eaux excédentaires, évaluée en 1964, selon le même procédé, n'était que de l'ordre de 5,5 millions de m^3 par an [11].

Les enquêtes menées dans les palmeraies et auprès des directions des services agricoles de Ouargla, pour déterminer les débits d'irrigation (I), ont montré que les excédents agricoles trouvent essentiellement leur origine dans le fait que les débits utilisés pour l'arrosage (0,4 à 1 L/s/ha selon les secteurs) sont sensiblement les mêmes quelle que soit la période de l'année, alors que les besoins sont très variables d'une saison à l'autre. Cela a donc permis de mettre en évidence une surutilisation de la ressource pendant la période hivernale et une sous-utilisation pendant la période estivale. Cette situation se retrouve malheureusement dans de nombreuses oasis sahariennes [12].

Les excédents agricoles, contrairement aux eaux urbaines, sont caractérisés par des taux de minéralisation très élevés qui augmentent de manière notable, vraisemblablement sous l'effet de l'évaporation et du lessivage des sol, tout au long de leur trajet entre les drains de la palmeraie et le site de rejet. Ainsi, des échantillons prélevés *in situ* ont pu montrer que les conductivités électriques de ces eaux, égales en moyenne à 14 mS/cm dans les drains de la palmeraie, passent à 35 au niveau du collecteur principal et atteignent plus de 45 mS/cm lorsqu'elles arrivent à l'exutoire d'Oum Er Raneb.

Comment améliorer la situation actuelle ?

Gestion des eaux de drainage

Étant donné que les énormes quantités d'eaux excédentaires agricoles trouvent essentiellement leur origine dans la mauvaise gestion des eaux d'irrigation, la maîtrise du problème de ces excédents doit donc nécessairement commencer par une réorganisation générale des conditions d'arrosage. Il faudrait en effet raisonner l'utilisation de l'eau à usage agricole en l'adaptant aux besoins réels des plantes cultivées. Ainsi, d'une part, le calcul des besoins mensuels globaux, qui pourra être obtenu notamment grâce à la détermination des valeurs de l'ETP, et d'autre part, l'évaluation des propriétés pédo-agronomiques des sols (densité apparente, humidité, etc.), devront permettre, dans un premier temps, de préciser les modalités pratiques de l'arrosage, comme par exemple les doses à appliquer, les durées et les fréquences d'arrosage. Lorsque ces facteurs seront clairement définis, il sera ensuite possible d'établir un calendrier annuel des campagnes d'irrigation. Notons que pour la détermination des valeurs de l'ETP, on pourra utilement se référer aux travaux de G. et D. Dubost [13] qui proposent une méthodologie de calcul, simple et suffisamment précise, adaptée au contexte des régions sahariennes.

La rationalisation des pratiques d'arrosage va permettre de diminuer le volume d'eau de drainage à la source et d'économiser les eaux pour combler notamment les déficits d'irrigation observés pendant la période estivale. Cette mesure nécessaire, n'est cependant pas suffisante pour assurer durablement l'assainissement de la cuvette, puisqu'il subsistera, malgré

tout, des quantités d'eau excédentaires qu'il va falloir évacuer (eaux de lessivage, pertes pendant la distribution, drainage de la nappe phréatique, etc.).

L'évacuation de ces excédents se heurte cependant au problème de l'absence d'exutoire à proximité. La situation est bien différente de celle des régions tempérées où l'on peut appliquer des schémas d'assainissement plus traditionnels. Dans les régions dépourvues de réseau hydrographique, l'assainissement « manque en effet sa cible » [14].

Parmi les différentes alternatives possibles pour évacuer ces excédents qui sont, notamment, l'injection dans les nappes souterraines, l'infiltration à travers le sol, la réutilisation ou l'évacuation vers un site approprié d'évaporation, situé en dehors de la cuvette, seule cette dernière solution paraît convenir pour Ouargla et lui garantir un assainissement durable.

La *sebkha* Safioune, dont la limite sud se situe à une vingtaine de kilomètres au nord de Ouargla, semble constituer le site le plus approprié *(figure 5)*. C'est une vaste dépression, totalement stérile et suffisamment éloignée des zones habitées, couvrant une superficie d'environ 10 000 hectares. Ce site paraît apte à recevoir et à évaporer d'importantes quantités d'effluents. C'est d'ailleurs ici que se terminait le parcours du grand fleuve de l'oued Mya, qui prenait sa source, autrefois, dans les massifs montagneux du Tadmaït, et qu'aboutissaient les crues de l'oued M'Zab et de l'oued N'ssa. Ce site constitue donc une zone naturelle d'épandage dans laquelle une évacuation des eaux ne devrait en principe pas causer de déséquilibre. Des estimations basées, d'une part, sur les corrélations existant entre l'évaporation en bac Colorado et celle des nappes d'eau de grandes superficies, et, d'autre part, sur des expériences antérieures menées sur l'ancien chott de Ouargla [15], ont montré que ce site pourrait potentiellement évaporer plus de 150 millions de m^3 annuellement. La mise en place d'une telle solution permettrait également de récupérer les eaux de colature de l'ensemble des palmeraies situées entre la ville de Ouargla et le lieu de rejet, c'est-à-dire pratiquement toutes les palmeraies du lit septentrional de l'oued Mya. Le succès de cette entreprise dépendra, bien entendu, dans une large mesure, de la qualité des aménagements et de l'importance qui sera accordée aux opérations d'entretien. Les enseignements recueillis à travers la campagne de réhabilitation de la palmeraie de l'oued Righ [12] pourront être utilement exploités à Ouargla.

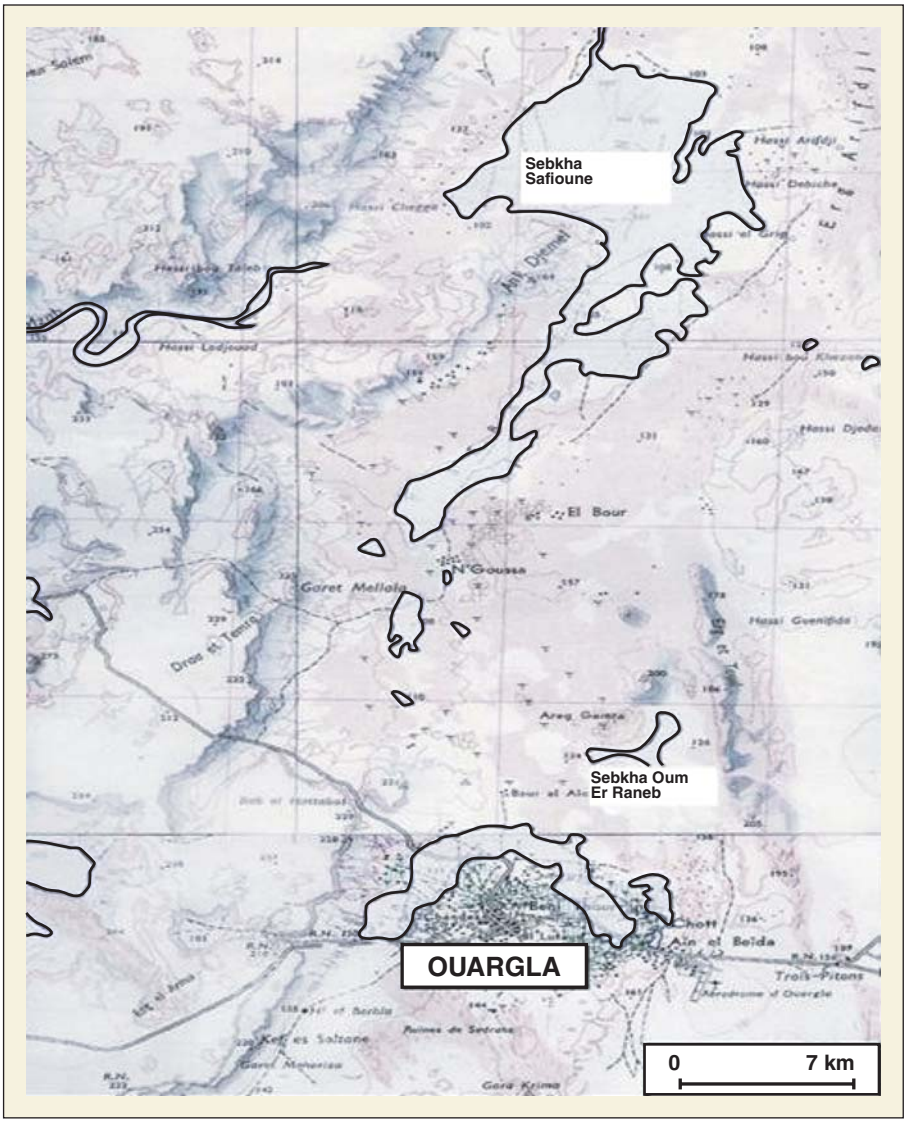

Figure 5. Situation géographique de la *sebkha* Safioune.

Gestion des eaux usées urbaines

Comme pour les eaux de drainage, l'évacuation des eaux résiduaires urbaines, par injection ou par infiltration, n'est pas envisageable à Ouargla, mais leur réutilisation pour l'arrosage de palmiers ou de certaines autres espèces d'arbres pour lutter notamment contre les risques d'ensablement (*Tamarix articulata*, *Parkinsonia*, etc.) semble en revanche intéressante. Mais le milieu récepteur impose, comme on le sait, pour l'effluent, un niveau de qualité déterminé, en fonction duquel il sera possible de choisir le type de traitement susceptible d'assurer les performances souhaitées.

Les techniques de traitement, dites classiques, ont non seulement l'inconvénient de ne pas être toujours aptes à garantir le niveau de qualité souhaité pour l'usage envisagé (manque d'efficacité vis-à-vis de l'élimination des parasites qui constitue la principale condition du point de vue microbiologique pour une réutilisation sans risques des eaux usées pour l'arrosage de plantations d'arbres) [16, 17], mais elles sont également très peu adaptées aux pays en développement. Malheureusement, dans de très nombreux cas, les systèmes de traitement mis en place dans ces pays ont été conçus en se basant sur ceux qui existent dans les pays développés et il n'a pas toujours été tenu compte des spécificités et des différences fondamentales que présentent les pays en développement par rapport aux pays développés sur lesquels ces modèles ont été « calqués ». Ces différences de natures diverses, tant sur le plan de la disponibilité des moyens que sur celui des habitudes socioculturelles, ont fait que ces systèmes, dans la plupart des cas, ont échoué. L'expérience

vécue depuis 30 ans avec la station d'épuration par boues activées de Ouargla, qui a cessé de fonctionner quelques mois seulement après la date de sa réalisation et plus récemment avec la station d'épuration de Touggourt, qui a été mise en service en 1993 et qui ne fonctionne déjà plus, est à cet égard très instructive. Le mode de traitement par lagunage est reconnu pour son efficacité à garantir le niveau de qualité exigé lorsque les effluents sont destinés à l'arrosage. Cette technique de traitement naturelle paraît en outre, compte tenu de ses avantages pratiques et de sa relative facilité de mise en œuvre, parfaitement adaptée à la situation de Ouargla, et également de toutes les oasis sahariennes, où les superficies nécessaires sont largement disponibles et le climat favorable. Le recours à ce mode de traitement permettrait aussi de se libérer, au moins en partie, des contraintes d'approvisionnement en énergie électrique qui sont très importantes dans le Sud algérien. Il existe de vastes sites au nord de la cuvette, dans lesquels le niveau piézométrique de la nappe phréatique est en moyenne à plus de 4 mètres sous le niveau du sol, où l'implantation de bassins de lagunage paraît possible.

En définitive, le problème du traitement et d'évacuation des eaux usées n'aurait jamais dû se poser avec autant d'acuité à Ouargla, et d'ailleurs aussi dans toutes les villes sahariennes, si les pouvoirs publics, sur lesquels repose la responsabilité de la prise de décisions, avaient su mettre à profit les forces et avantages que leur offre gratuitement la nature. En effet, avant d'engager des sommes faramineuses pour importer des technologies « complexes » qui se sont révélées très rapidement inopérantes, il aurait été certainement beaucoup plus profitable pour les collectivités de tenir compte, dès le départ, des modestes possibilités matérielles dont disposent celles-ci, alors que les atouts naturels sont nombreux dans la région.

Une forte prise de conscience collective semble heureusement voir le jour dans de nombreux pays en développement, notamment au Maghreb et dans les pays subsahariens, pour le recours aux procédés rustiques d'épuration [18, 19]. À Ouargla, et dans d'autres oasis algériennes, des études de faisabilité sont actuellement en cours pour tester et mettre en place des stations de traitement par lagunage.

Conclusion

Dans le Sahara, plus qu'ailleurs, la mobilisation des aquifères constitue un impératif incontournable au développement. Mais tout recours à ces aquifères doit être précédé, au cas par cas, d'une réflexion approfondie sur le mode de gestion des ressources hydriques après utilisation. Malheureusement, le développement des oasis sahariennes s'est produit, dans la majorité des cas, au détriment des équilibres naturels, autrefois bien conservés, qui se trouvent aujourd'hui sérieusement compromis.

Remerciements

Je remercie le Professeur Marc Côte (université Aix-Marseille I) pour les orientations apportées lors de la rédaction de cet article, ainsi que Monsieur Tahar Ben Baba Hamiya Idder, de l'Agence nationale des ressources hydrauliques de Ouargla, pour son soutien, sur le terrain, lors de l'actualisation des données.

Références

1. Côte M. Des oasis malades de trop d'eau? *Sécheresse* 1998 ; 9 : 123-30.

2. Aumassip G, Dagorne A, Estorges P, *et al.* Aperçu sur l'évolution du paysage quaternaire et le peuplement de la région de Ouargla. *Libyca* 1972 ; XX : 205-57.

3. Gautier M. Les chotts, machines évaporatoires complexes. *Colloques Internationaux du CNRS : Actions éoliennes, phénomènes d'évaporation et hydrologie superficielle dans les régions arides* (Alger) 1951 ; XXXV : 317–25.

4. Idder T. *La dégradation de l'environnement urbain liée aux excédents hydriques au Sahara algérien. Impact des rejets d'origine agricole et urbaine et techniques de remédiation proposées. L'exemple de Ouargla.* Thèse de doctorat, université d'Angers, 1998.

5. SERVANT J. *Contribution à l'étude des sols halomorphes. L'exemple des sols salés du Sud et du Sud-Ouest de la France.* Thèse de doctorat d'État, université de Montpellier, 1975.

6. Gaucher G, Burdin S. *Géologie, géomorphologie et hydrologie des terrains salés.* Paris : Presses universitaires de France, 1974.

7. Moulias D. *L'eau dans les oasis sahariennes, organisation hydraulique, régime juridique.* Thèse de doctorat en droit, université d'Alger, 1927.

8. Blanchet P. L'oasis et le pays de Ouargla. *Ann Geogr* 1900 ; IX : 141-58.

9. Bel F. *Étude des nappes aquifères de la région de Ouargla.* Ouargla : Direction départementale des travaux publics, de l'hydrographie et de la construction des oasis, 1969 (rapport dactylographié).

10. Rouvillois-Brigol M. *Le pays de Ouargla. Variations et organisation d'un espace rural en milieu désertique.* Thèse de doctorat de géographie, université de Paris-Sorbonne, 1975.

11. Société centrale d'équipement du territoire. *Étude préliminaire de l'assainissement de la cuvette de Ouargla et de la Vallée de l'Oued Rhir.* Alger : ministère des Travaux publics, 1965.

12. Dubost D. *Écologie, aménagement et développement des oasis algériennes.* Biskra : Centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides (CRSTRA), 2002.

13. Dubost G, Dubost D. Méthode pratique pour le calcul de l'évapotranspiration au Sahara algérien. *Bull Agr Sahar* 1983 ; 5 : 111-42.

14. Armand JC, Bize J. *Définition des bases de schémas d'assainissement des régions dépourvues de réseau hydrographique.* Société hydrotechnique de France (SHF), XVes journées de l'hydraulique, rapport 2, question III, Toulouse, 5-7 septembre 1978.

15. Dutil P, Samie C. *Essai de bilan du Chott de Ouargla.* Société hydrotechnique de France (SHF), VIes journées de l'hydraulique, rapport 2, question III, Nancy, 28-30 juin 1962.

16. Organisation mondiale de la santé (OMS). *L'utilisation des eaux usées en agriculture et aquiculture : recommandations à visée sanitaires.* Série de rapports techniques, 778. Genève : OMS, 1989.

17. Idder T, Laouali MS, Yansambou B, Kwa R, Abba M, Yaye A. Étude préliminaire de l'utilisation des sous produits du lagunage pour l'arrosage au Niger. *La tribune de l'eau* 2006 ; 58 : 3-9.

18. Seidl M, Laouali MS, Idder T, Mouchel JM. Duckweed - Tilapia system : a possible way of ecological sanitation for developing countries. In : Peña M, Restrepo I, Mara D, Gijzen H, eds. *Aqua 2003: International Conference on multiple uses of water for life and sustainable development.* Water and Environmental Management Series, 11. London : IWA Publishing, 2006.

19. Idder T, Laouali MS. *Projet pilote d'épuration des eaux usées de Niamey.* Séminaire International sur l'assainissement urbain en Afrique, Faculté des sciences agronomiques de Gembloux, université de Niamey, Aquadev, Gorée (Sénégal), 18-20 décembre 2000.