

PRODUIRE DE L'EAU PAR LE DESSALEMENT OU EN L'ECONOMISANT GRACE A L'ADOPTION DE L'IRRIGATION LOCALISEE ?

Samia AKLI*
Slimane BEDRANI**

RESUME:

Au début des années 2000, les pouvoirs publics algériens ont mis en œuvre un programme "d'urgence" pour approvisionner en eau potable les agglomérations de la région algéroise à partir d'unités de dessalement de l'eau de mer. Dans le même temps et dans la même région, de l'eau conventionnelle (mobilisée par les barrages ou par les forages) est gaspillée du fait de la pratique dominante de l'irrigation gravitaire. La présente contribution veut montrer qu'il aurait été moins coûteux pour le pays d'économiser l'eau en subventionnant les techniques d'irrigation localisée plutôt que de construire des unités de dessalement. L'utilisation de la méthode d'analyse coût-efficacité donne des résultats confirmant largement notre hypothèse.

MOTS CLES: économie de l'eau, irrigation localisée, dessalement de l'eau de mer, analyse coût-efficacité, Algérie.

JEL CLASSIFICATION: Q25, Q28

L'aisance financière acquise grâce à la hausse des prix du pétrole a permis au gouvernement de l'Algérie de se lancer dans un important programme de dessalement de l'eau de mer pour approvisionner en eau potable certaines agglomérations côtières (particulièrement la capitale). Cette politique de mobilisation d'une eau non conventionnelle à coût élevé est-elle la meilleure pour le pays? Une solution alternative moins onéreuse n'est-elle pas possible? C'est à ces questions que tente de répondre ce qui va suivre.

* Chercheure au CREAD

** Professeur à l'ENSA d'Alger et chercheur associé au CREAD

1- LE PROGRAMME D'URGENCE DE DESSALEMENT: CONTEXTE ET DESCRIPTION DU PROGRAMME

1.1- Le contexte: les pénuries chroniques d'eau potable dans l'algérois

Les pays du Maghreb, et particulièrement l'Algérie, ont connu durant la période 1973-2000, une succession de périodes de sécheresses intenses et persistantes¹. En Algérie, la sécheresse, qui a sévit particulièrement dans les régions Ouest avant de s'étendre à l'ensemble du pays, a été importante² entraînant une diminution des potentialités hydriques existant initialement³ (Conférence de niveau ministériel, 2008).

Les disponibilités en eau par habitant et par an n'ont cessé de diminuer⁴ entraînant un écart entre le volume demandé et le volume offert par les services de l'eau bien que la mobilisation n'ait jamais cessée de progresser (Bessedik, 2007). Selon Saidi (2005), l'année hydrologique 2001-2002 a été une année de crise charnière tant pour l'alimentation en eau que pour une redéfinition de la politique de l'eau. C'est durant cette année que le potentiel stratégique des réserves en eau a atteint son niveau le plus faible. Le déficit hydrologique a dépassé 50%, notamment dans les régions Centre et Est (MRE, 2003). Le Ministre des ressources en eau de l'époque affirmait alors que «jamais l'Algérie n'était arrivée à un niveau de réserves en eau aussi bas» soutenant que «les nappes souterraines étaient surexploitées» et «qu'aucune autre ressource non conventionnelle n'était disponible à cette période» (Sellal, 2005).

Par ailleurs, de énormes pertes dues aux fuites sont recensées dans les réseaux de distribution. Le taux moyen des pertes était estimé à 40 % (Khelladi, 2006; Remini, 2010). Mais les pertes s'avèrent surtout considérables dans l'agriculture -qui utilise 65% des eaux mobilisées

¹ La sécheresse en Algérie des années 1975 / 2000. Impact sur les ressources en eau. Stratégie de lutte. www.medawater-rmsu.org

² Le déficit pluviométrique est évalué à 30% par rapport à la moyenne

³ Les potentialités mobilisables sont estimées en 2008 à 17 milliards de m³/an soit 11% de moins par rapport au potentiel en eau estimé avant l'avènement de la sécheresse il y a 30 ans de cela.

⁴ Elles étaient de 720 m³/ habitant /an en 1990, de 680 m³ en 1995, de 630 m³ en 1998, de 500 m³ en 2000, elles ne seront plus que de 430 m³ par habitant et par an en 2020 (Kettab, 2001)

dans le pays⁵- du fait que l'irrigation gravitaire par submersion -fort peu efficace- est largement prédominante avec 58% des superficies irriguées (MADR, 2008).

1.2- Le programme d'urgence : description

Un programme d'urgence de dessalement de l'eau de mer a donc été adopté dès 2002 pour répondre aux besoins. Il a été suivi d'un autre programme issu des résultats de l'étude générale sur le dessalement d'eau de mer⁶, pour la réalisation de 13 grandes stations d'une capacité avoisinant 2,2 millions de m³/jour. Cette étude a été élaborée par le secteur des ressources en eau (2002-2004) dans le but de définir une stratégie à court, moyen et long terme (horizon 2030) sur le développement du dessalement de l'eau de mer. Elle a touché 20 wilayas dont 14 côtières et 6 limitrophes et a porté sur i) l'évaluation des besoins (domestiques, industriels et agricoles), ii) le recensement des infrastructures de mobilisation et transfert (barrages et adductions), iii) l'évaluation des ressources en eau (superficielles et souterraines) et l'évaluation des ressources en eau non conventionnelles (eaux usées épurées et eaux dessalées) (MRE)

Selon Boudedja (2005), la production d'eau dessalée devrait remédier au déficit en matière d'approvisionnement en eau potable et industrielle (AEPI) estimé à environ 20 %. Pour ce faire, les unités de dessalement qui seront implantées dans différents sites devraient fournir à moyen terme 1,2 millions m³ et à long terme 2,2 millions m³. Autrement dit, il ne s'agit pas d'une mesure d'urgence mais d'un choix définitif des autorités.

Cette option pour le dessalement à large échelle dès les années deux mille n'est-elle pas prématurée et fortement coûteuse pour le pays? N'y a-t-il pas d'autres solutions qui pourraient satisfaire les besoins à moindre coût? Dans le présent papier, nous émettons l'hypothèse que l'option pour la généralisation du dessalement aurait

⁵ Selon la conférence de niveau ministériel (2008)

⁶ L'objectif de cette étude consiste à dégager des ressources en eau supplémentaires à travers le recours au dessalement, en vue de combler le déficit en eau potable de la zone côtière, assurer une sécurité des ressources conventionnelles au profit de l'irrigation de la zone tellienne et transférer l'excédent vers les hauts plateaux. (Bengueddach, 2005)

pu être repoussée à un horizon beaucoup plus lointain grâce aux économies d'eau conventionnelle qu'on pourrait réaliser par:

- la généralisation des techniques d'irrigation économe en eau,
- la généralisation d'équipements domestiques également économes en eau.
- L'obligation du recyclage de l'eau consommée par l'industrie.

De façon plus précise, pour ce qui concerne l'eau pour l'irrigation, nous avançons les hypothèses suivantes :

- Le coût du mètre cube d'eau produit par dessalement de l'eau de mer est plus élevé que celui du mètre cube économisé grâce au remplacement de la technique d'irrigation par submersion (ou gravitaire) par la technique d'irrigation localisée (goutte à goutte).
- L'économie de l'eau réalisée en remplaçant le gravitaire par le goutte à goutte permettrait d'augmenter l'efficacité économique de l'eau, de satisfaire les besoins avec des prélèvements identiques et de repousser le recours au dessalement à un horizon relativement lointain (sauf à de rares exceptions près).

Avant de répondre à ces questions, à travers les résultats de l'étude que nous avons menée, nous présenterons un rappel sur la littérature concernant la question du choix des investissements publics dans la mobilisation des ressources en eau, les méthodes d'évaluation des projets ainsi que la méthodologie adoptée pour la vérification de notre hypothèse.

2- CRITERES DE CHOIX DES PROJETS.

Plusieurs auteurs se sont intéressés à la question de la décision publique en matière de choix des investissements. Comme le notent Bontemps et Rotillon (1998), «la décision publique se construit sur de nombreux critères de décisions où l'économie ne joue pas nécessairement un rôle». Ils ajoutent, que la prise en compte de l'environnement dans les décisions publiques est l'un des principaux intérêts d'une évaluation et «la décision sera justifiée d'un point de vue économique par une analyse coûts-avantages si la somme des bénéfices qu'elle procure est supérieure à la somme de ses coûts». Ces auteurs soulignent, par exemple, qu'une taxe sur le gazole aura des conséquences négatives sur les profits des transporteurs et des

constructeurs automobiles ou sur la consommation des ménages, mais des effets positifs sur les finances publiques et sur la qualité de l'air.

Selon Bégué (1965), le choix des projets d'investissement doit se faire en se référant aux objectifs de développement et aux moyens mis en œuvre pour les atteindre. Cet auteur insiste sur le fait que « le décideur public doit s'attacher à la rentabilité socio-économique en faisant intervenir d'autres éléments que les seuls flux financiers tels que la sécurité et la raréfaction de certains biens naturels» (CGP, 2005).

Considérée comme un élément vital du développement humain et élément primordial du développement économique, l'eau doit être un droit imprescriptible pour tous. Sa mobilisation justifie des investissements très significatifs dans la perspective du développement durable (Smets, 2002).

Une des approches utilisées pour améliorer l'efficacité économique de l'utilisation de l'eau dans le cadre d'un développement durable est la gestion intégrée des ressources en eau. Cette approche tient compte à la fois de la gestion de l'offre ainsi que de la gestion par la demande, elle est définie par le Global Water Partnership (GWP) comme « *un processus qui favorise le développement et la gestion coordonnés de l'eau, des terres et des ressources connexes, en vue de maximiser, de manière équitable, le bien-être économique et social en résultant, sans pour autant compromettre la pérennité d'écosystèmes vitaux* »⁷.

En Algérie, les besoins en eau considérés fondamentaux pour la population sont mal satisfaits, et les risques économiques et sociaux que peut engendrer cette situation sont importants. Des interventions directes de l'État et des projets d'investissement pour palier le manque d'eau et ainsi briser les obstacles au développement sont nécessaires. Cependant, il y a plusieurs projets d'investissement qui permettent de produire de l'eau à moindre coût, alors pourquoi le choix du dessalement ?

Une sélection et une hiérarchisation des projets reflétant de manière cohérente leurs effets temporels doivent être entreprises par l'État afin de ne pas consacrer des ressources de la collectivité à des investissements qui pourraient être d'une plus importante utilité ailleurs, ou encore qui peuvent avoir des conséquences néfastes à long terme (CGP, 2005).

⁷ GWP TAC 2000

3- METHODES D'ÉVALUATION ÉCONOMIQUE DES PROJETS

Selon Aulong et al (2008), il existe fondamentalement deux méthodes pour l'évaluation économique des programmes de gestion de l'eau: l'analyse coût-bénéfice (ACB) et l'analyse coût-efficacité (ACE). L'ACB a l'avantage de mesurer les avantages nets d'un programme en termes monétaires. Par exemple, cette analyse a été utilisée dans le cadre du développement d'un modèle intégré pour la gestion globale de l'eau à la Réunion (France), dont l'objectif était d'évaluer les coûts et les bénéfices de différents scénarios de gestion de l'eau.

L'analyse coûts-bénéfices a permis d'éclairer le choix des actions à mettre en oeuvre pour un horizon lointain. Elle a également proposé une estimation de l'impact des différents scénarios d'action sur le prix de l'eau (Graveline, 2009).

Néanmoins, la monétarisation des avantages environnementaux est remise en cause quant à la fiabilité des estimations dans le cas de la gestion de l'eau (Braden, 2000).

L'analyse coût-efficacité (ACE) permet, quant à elle, de comparer des programmes entre eux. Elle confronte plusieurs alternatives, notamment dans le but de savoir celle qui permet d'obtenir un résultat donné pour le coût le moins élevé⁸. Elle permet de mesurer les résultats d'un programme en termes d'unités physiques, ce qui est plus adapté à une évaluation économique des programmes de gestion de l'eau.

Plusieurs documents ont récemment traité de l'ACE des programmes de gestion de l'eau. Certains documents sont orientés vers la gestion de la qualité de l'eau à l'échelle des bassins hydrographiques ou à l'échelle nationale. D'autres se concentrent sur la gestion des quantités d'eau, traitant des questions de la demande (Dziegielewski 2003) ou de la gestion de l'approvisionnement (Gerasidi et al. 2003). Par exemple, les travaux d'Aulong et al. (2007) classent les solutions de rechange à l'égard de leur efficacité économique en réponse à la question du manque d'eau dans deux bassins de la Jordanie et du Liban qui souffrent de la rareté des ressources en eau menaçant la pérennité de l'approvisionnement de ces deux bassins.

⁸ L'analyse coût-efficacité,

http://ec.europa.eu/europeaid/evaluation/methodology/examples/too_cef_res_fr.pdf

Dans le présent travail, nous allons offrir une perspective comparative de l'utilisation de l'analyse coût-efficacité (CEA) dans deux cas de gestion des eaux en Algérie. Dans le premier cas, l'orientation de la stratégie de l'eau du côté de l'offre a engagé des mesures pour accroître sa disponibilité, en particulier grâce à l'approvisionnement en eau non conventionnelle (dessalement de l'eau de mer). Dans le second cas, on met l'accent sur un grand projet d'économie d'eau dans les périmètres irrigués.

L'analyse coût-efficacité constitue un instrument précieux pour définir des priorités de planification stratégique. Elle permet aux décideurs de fixer des priorités en fonction des coûts et des conséquences de différentes initiatives possibles pour atteindre un objectif pré-défini.

3.1- L'actualisation des coûts.

Les coûts sont ceux de l'investissement initial, ainsi que les différents coûts de l'exploitation et de la maintenance : frais d'exploitation, entretien et renouvellement. Les calculs sont effectués en utilisant un taux d'actualisation de base de 10%⁹, taux qui permet de réduire les différents éléments de coût à une valeur temporelle actuelle.

Selon Albert et *al.* (2001), dans tous les cas, l'influence de la valeur du taux d'actualisation est telle, sur les résultats des analyses, qu'il faut considérer le taux d'actualisation non pas comme une donnée de base des calculs, mais comme un paramètre. Nous réaliserons donc les calculs pour une plage de valeurs du taux d'actualisation en plus du taux de base adopté : 4%, 6%, 8% et 12%

On aura ainsi:

$$VA(C) = \sum_{T=0}^T \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

où

⁹ D'après le document du Commissariat Général au Plan français (CGP), le taux d'actualisation utilisé dans les PVD est de 10%. Albert et *al.* (2001) également ont signalé que depuis une vingtaine d'années, ce taux a été le plus souvent situé entre 8 et 12%.

- C_t est le coût total enregistré l'année t (somme du coût de l'investissement et des coûts de fonctionnement),
- r est le taux d'actualisation,
- t est la durée du cycle de vie.

Notons que cette méthode nécessite la disponibilité des coûts du début à la fin de la période considérée. Pour pouvoir faire une mise à jour des coûts, l'utilisation du taux d'inflation est nécessaire. Elle se fait selon la formule suivante:

$$C_a = C_b \times (1+i)^{a-b}$$

où

- C_a représente le coût de la mesure l'année de la mise à jour,
- C_b est le coût de la mesure l'année initiale et
- i est le taux d'inflation,
- « a » représente l'année de la mise à jour et « b » représente l'année initiale du projet

Le volume total produit exprimé en m^3 /an est un indicateur de l'efficacité moyenne.

En divisant le coût économique total actualisé du projet par le volume annuel prévu de sortie d'eau (W) produite, nous obtenons la moyenne annuelle du coût unitaire de l'eau (C/E)

$$C/E = VA(C) / W$$

4- LA MESURE DE L'OFFRE (LE DESSALEMENT DE L'EAU DE MER).

4.1. Les différentes techniques de dessalement.

On recense 27 procédés différents de dessalement. Ces derniers peuvent être classés en trois grandes familles: i) Les procédés faisant intervenir un changement de phase (évaporation et congélation); ii) Les procédés de perméation sélective à travers une membrane (électrodialyse et osmose inverse) et iii) Les procédés chimiques (échange d'ions et extraction par solvant) (Maurel, 2001).

Parmi ces procédés, la distillation et l'osmose inverse sont des technologies dont les performances ont été prouvées pour le dessalement d'eau de mer. En effet, ces deux procédés sont les plus commercialisés sur le marché mondial du dessalement et représentent

à eux seuls plus de 80% de la capacité totale de dessalement installée dans le monde (eaux de mer + eau saumâtres) (GMBH, 2000)

D'autres procédés de dessalement de l'eau utilisant une énergie renouvelable telle l'énergie solaire, éolienne et géothermale ont fait récemment l'objet de travaux, vu leurs intérêts économique et environnemental. Le dessalement des eaux par l'énergie solaire en particulier a suscité beaucoup d'intérêt dans les pays à ensoleillement élevé tels que les pays du Maghreb et ceux du Moyen-Orient. Il peut être considéré comme une alternative de production d'eau potable très intéressante étant donné la disponibilité de cette source d'énergie gratuite et inépuisable. Cependant, le défi majeur demeure l'amélioration du rendement de ces procédés (la production nominale est de l'ordre de 2,5 à 3 litres par m² par jour) (Maalej, 2009).

En Algérie, à l'exception de l'unité d'Arzew qui fonctionne avec le procédé multi flash (MSF)¹⁰ pour une production de 90 000 m³/j et d'une puissance électrique de 320 Mégawatts, toutes les autres stations programmées seront réalisées avec le procédé d'osmose inverse (RO). Ce procédé est moins coûteux en investissement que le MSF, consomme moins d'énergie et est préconisé dans les sites où il n'y a pas besoin de production d'énergie électrique en parallèle (Bengueddach 2005).

4.2- Le volume de dessalement prévu.

L'une des mesures retenues pour gérer l'urgence de la pénurie consistait à augmenter les disponibilités en eau par la mise en place d'un ensemble de stations de dessalement monoblocs. Parmi ces dernières, huit ont été réalisées par une société allemande et exploitées par l'Algérienne des Eaux (ADE). L'ensemble de ces stations produit un volume d'eau annuel de 8 100 000 m³. La mise en eau des unités de dessalement a commencé progressivement à partir de l'été 2003. Elles sont toutes rentrées en service dès 2004. Notre choix s'est fait sur cet ensemble de stations pour des raisons de disponibilité de données.

L'évolution de la production en eau de ces stations pour les années 2003 à 2007 est montrée dans le tableau 1.

¹⁰ Avec ce procédé à la production d'eau dessalée peut être associée la production d'énergie.

Tableau 1: **Evolution de la production en eau des stations de dessalement (Linde KCA/ADE)**

Année	Production (m ³)		Rendement
	Prévue	Réelle	%
2003	1 175 000	745 201	63%
2004	6 757 500	4 231 197	63%
2005	8 212 500	4 565 538	56%
2006	8 212 500	5 549 549	68%
2007	8 212 500	3 983 824	49%
Total	32 570 000	19 075 309	59%

Source: Ministère des ressources en eau, 2009.

Nous considérons que le rendement des stations de dessalement ne dépasse pas 60 % pour toute leur durée de vie (20 ans).

4.3-Calcul du coût du mètre cube dessalé et des volumes produits

Pour évaluer un coût suffisamment précis de cette mesure, un coût moyen étalé sur la durée de vie des stations de dessalement est calculé. C'est une période de 20 ans obtenue par pondération approximative de 15 ans pour les équipements et 50 ans pour le génie civil. Pour ce calcul, nous avons pris en compte le coût de l'investissement des stations et des prises en mer ainsi que les différentes charges afférentes à la production de l'eau dessalée.

Les stations de dessalement monoblocs fonctionnant avec un taux de rendement de 60% produiront en 20 ans un volume de 91,61 millions de m³. Le coût moyen du m³ revient à 68,34 DA. A ce coût monétaire direct, il faut ajouter les coûts environnementaux que l'on va brièvement décrire ci-dessous sans pouvoir les évaluer monétairement.

4.4-Les coûts environnementaux.

Selon Hamitouche et Remini (2005), en plus des impacts liés à la phase de construction des usines de dessalement (des nuisances sonores et une transformation du sol), on enregistre des impacts plus importants liés à la phase d'exploitation affectant la qualité de l'air et engendrant des dommages potentiels pour le milieu marin.

L'eau de mer destinée à être dessalée contient des milliers de micro-organismes entrant dans l'alimentation de différentes espèces marines. Le dessalement peut causer la perturbation de la chaîne alimentaire si certains de ces micro-organismes contenus dans l'eau

destinée à être dessalée venaient à être éliminés en trop grand nombre (WWF, 2007)¹¹. Ce n'est pas le seul impact des usines de dessalement sur l'écosystème marin. Des études ont enregistré une limitation de la photosynthèse et une réduction de l'oxygène dissous dans les eaux réceptrices par suite des rejets de la saumure chaude (solution de d'eau très concentrée en sel). En effet, Remini (2005) affirme que la concentration de la saumure rejetée atteint trois fois celle de l'eau de mer d'alimentation avec en plus des produits chimiques utilisés au cours des phases de prétraitement et de post traitement. Barlow¹² (2008) affirme que « pour chaque unité d'eau douce produite par dessalement, c'est une unité équivalente de saumure toxique qu'on rejette dans la mer » ce qui est problématique compte tenu du fait que certains organismes marins sont très sensibles à la salinité, ce qui pourrait entraîner à long terme la disparition de certains de ces organismes.

Pour réduire les effets des unités de dessalement, certains Etats taxent ces entreprises afin de réduire leur nombre et diminuer ainsi leurs impacts sur l'environnement. En Californie, par exemple, la commission d'aménagement des côtes a récemment délivré une autorisation d'exploitation à l'usine à osmose inverse de Carlsbad (200 000 m³/j), à condition que l'entreprise consacre 5 millions de dollars (6,5 millions d'euros) par an à des projets environnementaux pour compenser ses émissions de gaz à effet de serre (Lattemann, non daté)

5 - LA MESURE DE LA DEMANDE EN EAU D'IRRIGATION DANS LA MITIDJA OUEST (ADOPTION DU GOUTTE A GOUTTE)

La mesure de la demande est une démarche d'économie d'eau qui cible la réduction des pertes physiques par l'augmentation de l'efficacité d'irrigation au niveau des périmètres d'irrigation en adoptant des techniques modernes économes en eau, remplaçant l'irrigation gravitaire par l'irrigation localisée (goutte à goutte).

Une étude sur le comportement des agriculteurs en matière d'adoption de ce système a fait ressortir les variables influençant

¹¹ Rapport du WWF (World Wildlife Fund, le Fond Mondial pour la vie sauvage) de Juin 2007.

¹² Auteur de Blue Covenant : The Global Water Crisis and the Coming Battle for the Right to Water [*Alliance bleue : la crise mondiale de l'eau et la future bataille pour le droit à l'eau*. New Press, 2008

significativement le comportement des agriculteurs quant à la prise de décision d'adoption, à savoir les subventions de l'État, le coût de l'investissement, le niveau d'instruction et le type de culture pratiquée (Salhi et Bédrani, 2007)

Dans notre étude, cette mesure concerne l'adoption du goutte à goutte dans le périmètre irrigué de la Mitidja Ouest. Nous considérons que la mise en place de cette technique sera prise en charge entièrement par l'État, donc subventionnée à 100 %. Ce périmètre est divisé en deux tranches, la tranche I qui a été mise en eau en 1988 est d'une superficie irriguée de 1041 ha (moyenne des superficies irriguées entre 1988 et 2005). La deuxième tranche mise en eau en 2003 couvre des superficies irriguées de 1404 ha (moyenne des superficies irriguées durant les trois campagnes d'irrigation 2003,2004 et 2005).

5.1-Les techniques d'irrigation dans la Mitidja Ouest

D'après l'Office National de l'Irrigation et du Drainage (ONID) (2008) de Hømer El Ain pour toute la Mitidja Ouest, la totalité de la superficie arboricole et 50 % du maraîchage sont irrigués en mode gravitaire. L'aspersion est utilisée pour environ 40 % des cultures maraîchères et la technique du goutte à goutte n'est appliquée que sur 10 % du maraîchage.

Nous nous intéressons aux pertes d'eau occasionnées au niveau des parcelles où le concept d'efficience de l'irrigation est utilisé. Il convient de retenir une moyenne de ces taux d'efficience pour pouvoir calculer les besoins en eau d'irrigation pour les différentes techniques. Ces taux sont de 50 % pour le gravitaire, 75 % pour l'aspersion et 85 % pour le goutte à goutte¹³.

L'occupation moyenne des sols par hectare dans chaque tranche est illustrée dans le tableau 2.

¹³ En se basant sur une efficience moyenne théorique estimée entre 40% et 60%, pour l'irrigation gravitaire, entre 70% et 80% pour l'aspersion, entre 80 et 90% pour l'irrigation localisée (Margat, 2007)

Tableau 2 : Occupation des sols par hectare dans la Mitidja Ouest.

	Tranche 1	Tranche 2
Maraîchage	17 %	30 %
Agrumes	59 %	35 %
Vergers	24 %	35 %
Total	100 %	100 %

Source : MRE-DEAH, Etude de tarification de l'eau agricole, 2006

Nous supposons que cet assolement restera identique pour toute la période de l'étude, cela signifiant que nous considérons comme nul l'effet du goutte à goutte sur l'évolution des systèmes de cultures. L'adoption de l'irrigation localisée (goutte à goutte) permettra d'économiser quel volume d'eau? Pour calculer ce volume, nous avons pris en considération les besoins en eau d'irrigation des cultures et les modes d'irrigations appliqués pour chaque assolement. Le volume d'eau nécessaire pour une irrigation optimale de toute la superficie occupée par les spéculations sera obtenu en divisant les besoins en eau de ces dernières par l'efficacité des techniques d'irrigation utilisées. En remplaçant l'efficacité du gravitaire par celle du goutte à goutte, nous obtenons le volume d'eau nécessaire pour l'irrigation localisée. La différence entre les deux volumes représente l'économie d'eau réalisée.

5.2- Le coût de la reconversion à l'irrigation localisée.

Pour l'estimation du projet de remplacement de l'irrigation gravitaire par l'irrigation localisée, nous avons inclus le coût des bassins d'accumulation¹⁴, ainsi que le matériel d'irrigation localisée¹⁵ (la station de tête, les conduites à goutteurs incorporés avec les divers raccords, ainsi que l'étude, l'installation et les charges¹⁶ à l'hectare)¹⁷.

¹⁴ En considérant que pour chaque tranche de 5 ha il est construit un bassin de 100m³ qui coûte environ 500 000 DA

¹⁵ Selon Kessira (2002), le coût de l'investissement du matériel d'irrigation localisée (goutte à goutte) à l'hectare revient à 180 895 DA

¹⁶ Les charges considérées dans cette estimation des coûts, sont des charges forfaitaires liées à des cas où la ressource en eau (le point d'eau) est loin de la parcelle, et l'installateur du réseau doit engager certains frais pour relier le point d'eau à la tête de la parcelle. Comme c'est des distances variables on arrête un forfait de 5%.

Un renouvellement des conduites est prévu tous les deux ans pour garder l'efficacité du goutte à goutte et un renouvellement de la station de tête est prévu tous les cinq ans (vu la charge de l'eau d'irrigation et le manque d'entretien), pour toute la durée de vie des stations de dessalement dans le but de pouvoir faire une comparaison coût/efficacité.

5.3- Les coûts et les gains induits par l'irrigation localisée

5.3.1. Quelles superficies reconverter ou équiper à neuf pour économiser le même volume d'eau?

Les besoins théoriques¹⁸ en eau d'irrigation pour toutes les cultures du périmètre Mitidja Ouest sont de 12,9 millions de m³. L'irrigation telle qu'elle est pratiquée (avec les modes d'irrigation actuels) nécessite un volume d'eau de 24,86 millions de m³. Un volume de près de 12 millions de m³ est alors perdu. Le remplacement de l'irrigation gravitaire par le goutte à goutte sur 2148 ha (toute la superficie irriguée par gravité) permet de diminuer la consommation en eau de 24,86 à 15,35 millions de m³ donc de réaliser ainsi une économie de 9,5 millions de m³.

Afin de pouvoir trouver le nombre d'hectares à équiper en goutte à goutte dans la Mitidja Ouest pour réaliser une économie d'eau égale à celle produite par l'ensemble des stations de dessalement monoblocs, nous divisons ce volume par l'économie d'eau réalisée par hectare.

La superficie totale occupée par l'arboriculture dans la Mitidja Ouest est de 1852 ha. L'adoption du goutte à goutte sur 1800 ha d'arboriculture (1795 ha d'agrumes ou 1772 ha de vergers) permettra de réaliser une économie de 8,1 millions de m³, soit un volume égal à la quantité d'eau dessalée prévue pour être produite par les huit stations monoblocs étudiées. Le coût moyen de chaque m³ économisé grâce à l'adoption du goutte à goutte durant les 20 années du projet

¹⁷ Selon la Banque mondiale (2007), la solution de l'irrigation localisée est chère et non économiquement efficace si elle est mise en œuvre de façon isolée (c'est-à-dire si chaque agriculteur doit construire un bassin de stockage- ce qui lui fait perdre une surface de terre productive et entraîne des pertes par évaporation - et acheter et faire fonctionner une pompe). Il est plus rationnel de construire des systèmes sous pression dès l'origine de façon à ce que les agriculteurs qui souhaitent passer au goutte à goutte puissent alors simplement se raccorder au système.

¹⁸ Il s'agit des besoins des plantes indépendamment de la technique d'irrigation.

revient à 8,59 DA (sur la base du taux d'actualisation 10%). Il ne représente que 1/8 ème du coût de l'eau produite par les stations de dessalement étudiées dont le m³ moyen revient à 68,34DA.

Outre le gain en matière de coût de l'eau, l'irrigation localisée permet des rendements plus élevés accompagnés d'une réduction des coûts de main-d'œuvre (Halilat, 2004).

5.3.2. La hausse des rendements et la réduction des coûts de main-d'œuvre

En Algérie, les potentialités d'utilisation du goutte à goutte représentent 80% de la SAU irriguée et 54% de la superficie concernée par la grande hydraulique dominée à 71,3% par une irrigation traditionnelle et 28.7% par l'aspersion. L'économie d'eau permise par l'adoption de l'irrigation localisée avoisinerait 1 milliard de m³ sur les volumes distribués. Ceci permettra de doubler la SAU irriguée tout en accroissant les rendements agricoles d'au moins 30%.

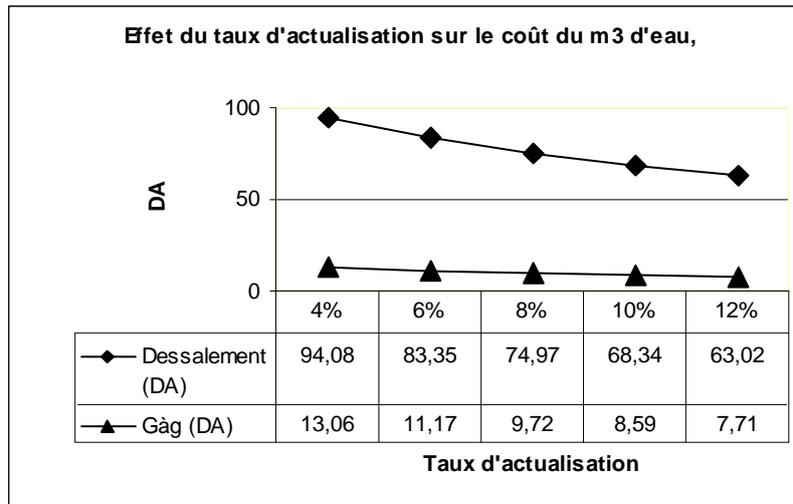
D'autres études menées par le PCDA (Programme Compétitivité Diversification Agricole) au Mali ont montré que l'irrigation goutte à goutte en production intensive du chou a permis de relever une économie de temps de 75%, une économie d'eau de 70%, un gain de main d'œuvre de 70 % et un rendement en augmentation de 7 %. Cette même technique appliquée sur la pomme de terre a enregistré une économie d'eau de 53 %, un gain de temps de 75%, un gain de main d'œuvre de 56% et un rendement en augmentation de 47 %¹⁹.

6- ANALYSE DE SENSIBILITE

L'analyse de sensibilité est menée pour identifier l'influence de la variation du taux d'actualisation sur les coûts de l'eau produite par les deux systèmes (dessalement et adoption du goutte à goutte).

¹⁹ Selon l'analyse de certaines activités réalisées dans les Centres de Démonstration, de Diffusion et de Prestations (CDDP) et en milieux paysans, http://www.pcd-mali.org/resultats_atteints_composante1_1.php

Graph 1: Effet du taux d'actualisation sur le coût du m3 d'eau



Nous pouvons remarquer que la sensibilité au taux d'actualisation du coût du m³ d'eau produit par dessalement est plus élevée que la sensibilité du coût de l'eau économisé par la mise en place du goutte à goutte (cf. graphique ci-dessus). L'importance des coûts d'investissement initiaux rend le projet du dessalement plus sensible aux taux d'actualisation que le projet d'adoption de la micro-irrigation. En effet, «un taux d'actualisation bas a tendance à réduire la valeur relative des investissements de départ par rapport aux revenus futurs, alors qu'un taux élevé minimise au contraire le poids des investissements et des revenus futurs du projet» (Albert et al., 2001). Il apparaît que même avec un taux d'actualisation relativement bas, le coût de l'eau économisée reste très inférieur au coût de l'eau dessalée.

CONCLUSION

Ainsi, le projet d'économie de l'eau par l'adoption l'irrigation localisée est économiquement plus intéressant que le projet de dessalement d'eau de mer lancé en 2002. La différence du coût cumulé entre ces deux projets dépasse les 5 milliards de dinars pour une période de 20 ans. L'imprévoyance des décideurs économiques et politiques -qui ont laissé s'accumuler les problèmes d'approvisionnement

en eau des grandes villes jusqu'à devenir aigus et rendre nécessaire la solution du dessalement- coûte donc cher au pays. Si le coup est parti pour les unités de dessalement qui sont déjà en fonctionnement ou pour lesquels les contrats sont déjà signés, on peut, cependant, penser que le reste du programme de dessalement pourrait être retardé au profit d'une généralisation de l'irrigation localisée.

Références bibliographiques

Albert R., Carrère A. & De Felix P., 2001. Etudes économiques et financières des projets. Coyne et Bellier, Bureau d'ingénieurs conseils, DTI n°31.

Aulong S., Bouzit M. & Dörfliger N., 2008. Cost-Effectiveness Analysis of Water Management, Measures in Two River Basins of Jordan and Lebanon. Water Resources Management. DOI 10.1007/s11269-008-9297-x

Banque mondiale, 2007. Groupe pour le développement socioéconomique, Région Moyen-Orient et Afrique du Nord. A la recherche d'un investissement public de qualité, une revue des dépenses publiques. Rapport n° 36270, vol 1.

Barlow M., 2008. In Thill S. (2008). Le dessalement n'est pas la solution miracle.

<http://www.infosdelaplanete.org/3773/le-dessalement-n-est-pas-la-solution-miracle>.

Bégué J. 1965. Sur les critères de choix des projets spécifiques d'investissement. *Tiers-Monde*, Volume 6, Numéro 24, pp. 873-890.

Bengueddach B. 2005. Recours au dessalement d'eau de mer en Algérie, 1er salon international des ressources en eau, des boissons et dérivés (1er SIREB), MRE, 07-10/05/2005.

Bessedik M., 2007. Vers une gestion durable de l'eau dans les villes algériennes. Gestion de la demande en eau en Méditerranée, progrès et politiques, Zaragoza 19-21/03/2007.

Bontemps P. & Rotillon G. 1998. Economie de l'environnement. Edition la Découverte, n°252.

Bouedja N., 2005. Tant qu'il y aura la mer. *El Watan Economie*, supplément n° 18 du 27/06 au 03/07/2005.

Braden JB (2000) In Aulong et al (2008).

- CGP (Commissariat général du plan)**, 2005. Révision du taux d'actualisation des investissements publics, p. 22.
<http://catalogue.polytechnique.fr/site.php?id=324&fileid=2389>
- Conférence de niveau ministériel sur l'eau pour l'agriculture et l'énergie en Afrique*, 2008. Les défis du changement climatique (2008). Rapport d'investissement par pays : Algérie. Syrte (Jamahiriya arabe libyenne). 15-17 décembre 2008.
<http://www.sirtewaterandenergy.org/docs/reports/Algerie-Rapport2.pdf>
- Dziegielewski B.**, 2003. Strategies for managing water demand. In: Water resources update. Universities Council on Water Resources. Available at: http://www.ucowr.siu.edu/updates/126/126_A4.pdf. Cited Apr 2008.
- MRE-DEAH**, 2006. Etude de la tarification de l'eau à usage agricole (2006). Périmètre de la Mitidja Ouest, (BRL ingénierie, BNEDER).
- Gerasidi A, Katsiardi P, Papaefstathiou N, Manoli E, & Assimacopoulos D.**, 2003. Cost-effectiveness analysis for water management in the island of Paros, Greece. Paper presented at 8th international conference on environmental science and technology, Lemnos Island, Greece, 8-10 September 2003.
- GMBH Wangnick Consulting**, 2000. 2000IDA Worldwide Desalting Plants Inventory. Report n° 16- May 2000(GMBH, 2000)
- Graveline N.**, 2009. Analyse coûts-bénéfices des stratégies d'approvisionnement en eau à la Réunion- pour l'élaboration du modèle intégré de gestion de l'eau du SAGE Sud Réunion (Phase II). Rapport BRGM-RP-56230-86 pages.
- Global Water Partnership_TAC**, 2000. In GWP/RIOB (2009). Manuel de gestion intégrée des ressources en eau par bassin.
<http://www.unwater.org/downloads/GWP-RIOBManuelDeGIREparBassin.pdf>.
- Halilat M.T.**, 2004. Irrigation/Fertigation Status in Algeria. IPI regional workshop on Potassium and Fertigation development in West Asia and North Africa ; Rabat, Morocco, 24-28 November, 2004.
- Hamitouche M. & Remini B.**, 2005. Les impacts sur l'environnement du dessalement de l'eau de mer. Congrès international : de l'eau pour le développement durable dans le bassin méditerranéen, Alger le 21-22 Mai 2005.
- Kessira M.**, 2002. Réseau d'irrigation localisée, conseils pratiques pour l'investissement en irrigation, Sous-direction des techniques

d'irrigation, Direction de développement agricole dans les zones arides et semi arides, Ministère de l'agriculture et du développement rural.

Khelladi M., 2006. Le secteur de l'eau en Algérie.

<http://go.worldbank.org>

Khettab A., 2001. Les ressources en eau en Algérie: stratégies, enjeux et vision. *Desalinisation* 136 (2001) 25633.

Lattemann S., 2008. Le dessalement est-il écologique ? In *La Recherche*, N°422 - 07/2008.

<http://www.larecherche.fr/content/recherche/article?id=23627#commentaires>

Maalej A., 2009. Dessalement de l'eau par l'énergie solaire : résultats, défis et perspectives. Colloque sur la mise en valeur et régulation d'un écosystème à l'échelle locale : les salins de Sfax. Maison de France à Sfax, 8 et 9 mai 2009.

Margat J., 2007. Améliorer l'efficacité d'utilisation de l'eau pour faire face aux crises et pénuries d'eau en Méditerranée. Plan Bleu, Centre d'activités régionales, Sophia Antipolis, Décembre 2007.

Thivet G. & Blinda M., 2007. Améliorer l'efficacité d'utilisation de l'eau pour faire face aux crises et pénuries d'eau en Méditerranée.

http://www.planbleu.org/publications/Note_efficiency_eau_dec07.pdf

Maurel A., 2001. Dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres et autres procédés non conventionnels d'approvisionnement en eau douce. Edition TEC&DOC, Paris.

Ministère des ressources en eau MRE, 2003. Etat des lieux et perspectives de développement dans le secteur des ressources en eau. Conseil du gouvernement du 03 Juillet 2003.

Remini B., 2010. La problématique de l'eau en Algérie du nord. *Larhyss Journal*, 8 (2010), 27-46.

Remini B., 2005. La problématique de l'eau en Algérie. Office des publications universitaires 09/2005, Ben-Aknoun, Alger.

Saidi A., 2005. La politique nationale de l'eau en Algérie, vision, option, perspectives. 1^{er} salon international des ressources en eau, des boissons et dérivés MRE, Alger du 07 Mai au 10 Mai 2005.

Salhi S. & Bedrani S., 2007. Détermination de l'adoption de l'irrigation localisée (goutte-à-goutte) par les agriculteurs : cas du périmètre Hamiz. In *Les Cahiers du CREAD*, N°81/82-2007.

Sellal A., 2005. Réserves d'eau en Algérie et la stratégie adoptée pour répondre au déficit de demain. *In Magazine de l'environnement n°0 Avril 2005, ISSN n° 1112-4911, dépôt légal n° 1316-2004.*

Smets H., 2002. Le droit à l'eau. Académie de l'eau, CEDE-AESN.

WWF (2007). Dessalination : option or distraction for a thirsty world ?. http://wwf.panda.org/wwf_news/