



HAL
open science

Determination of the best sequence of hydraulic investment by the application of cost- efficacy analysis.

The case of the Algiers coastal basin

Samia Akli, Madjid Bouzit, Ahmed Benmihoub

► To cite this version:

Samia Akli, Madjid Bouzit, Ahmed Benmihoub. Determination of the best sequence of hydraulic investment by the application of cost- efficacy analysis. The case of the Algiers coastal basin. *New Medit*, 2019, 18, pp.91-107. 10.30682/nm1901h . hal-02380711

HAL Id: hal-02380711

<https://hal.science/hal-02380711v1>

Submitted on 28 Nov 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Détermination de la meilleure séquence d'investissement hydraulique par l'application de l'analyse coût-efficacité. Cas du bassin côtier algérois 02a

SAMIA AKLI*, MADJID BOUZIT**, AHMED BENMIHOUB***

DOI: 10.30682/nm1901h

Jel codes: H54, Q25, Q28

Abstract

Our work consists in finding, through the application of the cost-effectiveness analysis method, the optimal investment sequence, that would cover, with a lower cost, the future water demand in the Algerian coastal basin 02a, by the horizon 2030. Eight supply management and demand management measures were studied and the results show that demand management measures, which promote water saving and the rational use of this resource, have better cost effectiveness ratios than supply management measures. The ranking of these cost-effectiveness ratios allows us to stagger and prioritize the different investment projects in the water sector, with the aim of achieving the dual objective, social (meeting the water demand) and economic (minimize public spending).

Keywords: *Cost-effectiveness analysis, Water scarcity, Supply management measures, Demand management measures, Algeria.*

1. Introduction

Le déficit hydrique chronique, auquel fait face l'Algérie, résulte d'une inadéquation entre une offre en eau limitée et inégalement répartie dans l'espace et dans le temps et une demande en eau sans cesse croissante due à la pression accrue de plusieurs facteurs de changement (croissance démographique, urbanisation et extension des activités économiques). Ce déficit constitue un frein potentiel au développement économique et

humain du pays. Pour faire face à cette situation, les pouvoirs publics ont toujours privilégié des solutions basées sur les investissements dans la mobilisation des ressources en eau (Benblidia, 2011). Cette stratégie de réponse strictement quantitative, découlant du modèle dominant de gestion qui promet l'abondance de la ressource (Amzert, 2010), est encore préférée par le gouvernement au moment où plusieurs pays s'orientent vers une approche favorisant les économies d'eau et l'utilisation rationnelle de cette

* Enseignante chercheure, Département d'Economie rurale, Ecole Nationale Supérieure Agronomique (ENSA), Alger, Algérie.

** BRGM French Geological Survey, Orléans, France.

*** Chercheur, Centre de Recherche en Economie Appliquée pour le Développement (CREAD), Alger, Algérie.

Corresponding author: aklisam@yahoo.fr

ressource¹ et où plusieurs travaux de recherche menés dans la région démontrent la nécessité de valorisation de cette ressource rare (Sraïri *et al.*, 2007 ; Hammani *et al.*, 2008 ; Imache *et al.*, 2009 ; Thabet *et al.*, 2010) et l'intérêt de l'approche économique de l'efficacité technique pour réaliser des économies et maximiser les gains de productivité (Albouchi *et al.*, 2007 ; Chemak et Dhehibi, 2010 ; Akli et Bédrani, 2011 ; Chebil *et al.*, 2013 ; Oulmane *et al.*, 2016 ; Mahdhi et Mongi, 2017).

Dans cette perspective, le concept de gestion de la demande en eau (GDE) émerge comme modèle alternatif au modèle de l'offre dans une perspective de développement durable. La Commission Méditerranéenne de Développement Durable considère que la GDE constitue « la voie permettant les progrès les plus significatifs des politiques de l'eau en Méditerranée ». Ce concept est défini comme « un ensemble d'instruments techniques, politiques, institutionnels, économiques, de formation, sensibilisation et communication, visant à inciter à un meilleur usage des offres en eau existantes, avant d'envisager une augmentation de l'offre. La GDE englobe donc des mesures visant à améliorer l'"efficacité" d'utilisation de l'eau dans les différents usages mais aussi de la répartition de l'eau entre usages » (Fernandez et Mouliérac, 2010).

Du point de vue théorique, la question de la transition du modèle de gestion de l'eau par l'offre vers le modèle de gestion de la demande, renvoie au problème de choix de la trajectoire de développement durable pour un pays représenté par le modèle de Karshena² (Treyer, 2006). Turton et Ohlsson (1999), cités par Treyer (2006), proposent une explication en termes politiques³ du phasage constaté dans les différents terrains étudiés, entre une première phase de gestion de la ressource en eau axée sur l'augmentation de l'offre, tant que cela est possible dans les limites

des ressources naturelles disponibles, et une deuxième phase de gestion de la demande en eau, tâchant d'infléchir la courbe de croissance de la demande, lorsque la mobilisation de ressources supplémentaires devient trop coûteuse. Par conséquent, le planificateur doit mettre en œuvre en priorité les solutions les moins coûteuses avant de passer aux options de production de l'eau à un coût élevé. L'adoption d'une politique qui se fonde sur le principe de « hiérarchisation des solutions possibles pour résoudre le problème de l'eau » devient nécessaire (UE, 2011).

A ce titre, les méthodes d'analyse économique constituent un véritable outil d'aide à la décision en permettant l'optimisation économique des options stratégiques possibles (Blinda, 2012). Dans la littérature scientifique, la méthode qui est de plus en plus dédiée aux programmes de gestion de l'eau est l'analyse coûts-efficacité (ACE) (Dziegielewski, 2003 ; Gerasidi *et al.*, 2003 ; Aulong *et al.*, 2008 ; Fernandez et Mouliérac, 2010 ; Berbel *et al.*, 2011). Cette dernière confronte plusieurs alternatives, notamment dans le but de savoir celle qui permet d'obtenir un résultat donné pour le coût le moins élevé⁴. Les résultats d'un programme sont mesurés en termes d'unités physiques, représentées ici par la quantité d'eau produite ou économisée chaque année par chacune des mesures de gestion identifiées (exprimée en m³/an) (Aulong *et al.*, 2008). Le classement des solutions alternatives par rapport à leur efficacité économique permet de sélectionner et d'hiérarchiser les mesures à inclure dans le programme à adopter par les pouvoirs publics pour un horizon déterminé, pour répondre au double objectif : satisfaire la demande en eau et à moindre coût.

Dans cet article, nous avons choisi d'appliquer la méthode d'analyse coût-efficacité aux mesures de gestion de l'eau (Offre & Demande) dans le bassin côtier algérois 02a. Un bassin

¹ En prenant l'exemple des pays de l'Union Européenne (UE, 2011).

² Le modèle de Karshena donne une représentation théorique de ce choix de la trajectoire du développement durable pour un pays, dans une perspective définie par deux dimensions : le développement économique et le stock de ressources naturelles.

³ Selon ces auteurs, les deux phases se caractérisent par des différences « d'acceptabilité politique » ou « d'acceptabilité sociale » des différentes options de gestion.

⁴ L'analyse coût-efficacité, http://ec.europa.eu/europeaid/evaluation/methodology/examples/too_cef_res_fr.pdf.

qui comprend la plus grande métropole du pays (Alger la capitale et trois wilayas limitrophes) caractérisé par une croissance démographique et une intensification des activités économiques élevées enregistrant une évolution de la demande en eau à l'horizon 2030 se traduisant par une pression de plus en plus forte sur les ressources en eau renouvelables. Quelles sont les mesures identifiées pour répondre à l'évolution de la demande en eau à l'horizon indiqué ? Et comment ces mesures devraient-elles être hiérarchisées dans le temps pour résoudre le problème du déficit en eau à moindre coût ? L'objectif de cette recherche appliquée est de déterminer la meilleure séquence d'investissement hydraulique possible qui permettrait de répondre à l'évolution de la demande, sans pour autant épuiser la ressource existante. Les résultats obtenus pourront également confirmer ou infirmer l'hypothèse relative à la disjonction entre les dimensions technique et économique dans les solutions adoptées par le Gouvernement algérien, selon laquelle ce dernier a souvent tendance à privilégier les solutions techniques au détriment des solutions économiques dans la résorption du déficit en eau.

2. Méthodologie

2.1. Objectif de l'évaluation économique des mesures de gestion de l'eau

Dans un contexte de gestion quantitative de l'eau au niveau des bassins versants, l'analyse coût-efficacité permet le classement des mesures de gestion par rapport à leur efficacité économique. Dans cet article, et en s'inspirant du travail d'Aulong *et al.* (2008), nous avons utilisé deux méthodes différentes pour évaluer le rapport coût-efficacité des différentes mesures de gestion de l'eau dans le bassin côtier algérois 02a. La première méthode est basée sur les coûts annuels susceptibles d'être engagés dans les années de la période de réalisation de la mesure de gestion et estime l'investissement total. La deuxième méthode commence avec le coût total prévu des mesures, évalue la moyenne annuelle pour la période entière qui sera combinée avec des coûts annuels d'exploitation.

Grâce à l'application de cette méthode d'analyse économique, la séquence d'investissement optimale qui permettrait de couvrir à moindre coût la demande en eau future à l'échelle du bassin côtier algérois 02a sera déduite. L'objectif étant la satisfaction de la demande en eau future sans pour autant épuiser la ressource existante, notamment les eaux souterraines, et sous contrainte de la gestion durable de l'eau.

2.2. Identification et caractérisation des mesures de gestion de l'eau

Huit mesures de gestion par l'offre et de la demande ont fait l'objet d'une analyse coût-efficacité. Il s'agit pour les mesures de l'offre d'accroître la disponibilité en eau grâce à l'approvisionnement en eau conventionnelle (construction de nouveaux barrages, transfert) et en eau non conventionnelle (dessalement de l'eau de mer). Et pour les mesures de gestion de la demande, on a mis l'accent sur les grands projets d'économie d'eau notamment en éliminant les fuites par la réhabilitation des réseaux d'adduction et de distribution en AEPI, par la rénovation et réhabilitation des réseaux d'irrigation dans les grands périmètres irrigués (GPI), par l'adoption de la technique d'irrigation localisée goutte à goutte dans les GPI et la Petite et Moyenne Hydraulique (PMH), et par la réutilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation.

2.3. Application de la méthode d'analyse coût-efficacité

Après la sélection des deux séries de mesures de gestion : gestion par l'offre et gestion de la demande, leurs caractéristiques sont étudiées en détail, y compris les caractéristiques techniques et la durée de vie.

Les coûts économiques des mesures identifiées comprennent le coût du capital (ou les coûts d'investissement initial), l'exploitation et la maintenance (O & M).

Selon Albert *et al.* (2001), dans le cas d'une analyse économique, le taux d'actualisation résulte de considérations économiques : ce taux est en général l'expression de la politique écono-

mique qui est imposée au niveau national⁵. Dans tous les cas, l'influence de la valeur du taux d'actualisation sur les résultats des analyses est telle qu'il faut considérer le taux d'actualisation non pas comme une donnée de base des calculs, mais comme un paramètre.

A cet effet, un taux d'actualisation commun de 8% a été pris conformément à ce que pratique par le Ministère des Finances algérien pour les grands projets d'infrastructure⁶ (CNED, 2008).

On a ainsi les différents éléments de coût réduits à une valeur temporelle monétaire par le biais du calcul de la Valeur Actuelle de tous les coûts VA (C), après précision du taux d'actualisation :

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

où

- 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 l'application de cette méthode nécessite la disponibilité des coûts dans le temps pendant la durée de vie de la mesure, en supposant que les coûts de fonctionnement et de maintenance ne varient pas d'une année à l'autre.

Une autre méthode alternative qui ne nécessite pas une distribution explicite des coûts d'investissement dans le temps (C_t). Il s'agit du Total Annuel des Coûts Economiques (TAEC).

Il s'agit d'annualiser le capital pour répartir l'investissement initial sur la durée de vie de la mesure tout en tenant compte de la valeur temporelle monétaire. Le TAEC est ensuite calculé en ajoutant le coût annuel des capitaux à des coûts d'exploitation annuels.

$$TAEC = \frac{r I_0 (1+r)^T}{(1+r)^T - 1} + CAO \quad (2)$$

où

- I_0 est le coût d'investissement initial (coût total)

- r est le taux d'actualisation

- CAO est le Coût Annuel de l'Opération, supposée constant au cours du cycle de vie de la mesure.

Selon Aulong *et al.* (2008), les deux méthodes sont donc fondamentalement différentes. Alors que la première méthode est basée sur les coûts annuels susceptibles d'être engagés dans les années de la période et estime ce que l'investissement total représenterait pour l'année 1, la deuxième méthode commence avec le coût total prévu des mesures, évalue l'annuité moyenne équivalente pour l'ensemble de la période considérée, et les combine avec des coûts annuels d'exploitation.

2.4. L'évaluation du rapport coût-efficacité (C/E)

L'efficacité (E) représente la quantité d'eau produite ou économisée chaque année par la mesure (exprimée en m³/an). Le rapport C/E a l'avantage d'indiquer le coût unitaire de l'eau.

Pour le calcul du rapport coût-efficacité (C/E), deux formules peuvent être utilisées selon Aulong *et al.* (2008) en fonction de la métrique décrite ci-dessus :

Le coût unitaire marginal moyen (C/Em) est le coût d'une unité d'eau supplémentaire pour répondre à la demande en eau supplémentaire. Le coût marginal moyen est la valeur actualisée de tous les coûts supplémentaires attendus le long de la période, divisé par la valeur actualisée des flux de sortie de l'eau. La valeur actuelle nette des sorties totales d'eau est calculée comme suit :

$$VA(W) = \sum_{t=0}^T \frac{W_t}{(1+r)^t} \quad (3)$$

Où W_t est la quantité supplémentaire d'eau produite par une mesure de l'offre ou économisée par une mesure de la demande dans l'année t .

Le C/Em d'une mesure peut être calculée avec l'équation suivante :

⁵ Il résulte d'un arbitrage politique de favoriser le court terme (taux élevés) ou long terme (taux bas).

⁶ Dont les projets infrastructures de transports, Hydrauliques, Sanitaires et Socio-éducatives.

$$C/E_m = \frac{VA(C)}{VA(W)} \quad (4)$$

On constate ici que l'eau économisée est étalée sur plusieurs années. Par conséquent, les sorties d'eau sont actualisées avec le même taux utilisé dans l'équation 1 et sur la même période de temps (Aulong *et al.*, 2008).

Le coût unitaire annuel moyen (C/Ea) est le coût économique total annuel divisé par le volume annuel prévu de sorties d'eau (W) produit ou économisé par la mesure.

$$C/E_a = \frac{TAE C}{W} \quad (5)$$

Dans le cadre de notre travail, les deux rapports C / Em et C/Ea sont calculés.

2.5. Combinaison de mesures

Pour atteindre l'objectif de répondre à la demande en eau dans le bassin côtier algérois 02a, à l'horizon 2030, une combinaison de mesures de gestion de l'eau identifiées peut être nécessaire. En supposant que ces mesures sont à la fois indépendantes et mutuellement non exclusives, la façon la plus rentable pour atteindre l'objectif est de combiner ces mesures en cherchant le meilleur rapport coût-efficacité de ces dernières jusqu'à la réalisation de l'objectif. Néanmoins, plusieurs autres combinaisons de mesures sont possibles, qui peuvent être classées en fonction de leur rapport coût-efficacité.

Avant de procéder à l'évaluation économique, nous allons présenter en détail dans la sous-section 3.2 ci-dessous toutes les mesures à évaluer, tracées par le ministère des ressources depuis le début des années 2000, afin de combler le déficit en eau dans le bassin côtier algérois 02a à l'horizon 2030. La réalisation de ces mesures a commencé progressivement à partir de l'année 2003.

3. Etude de cas

3.1. Description de la zone d'étude : Le bassin côtier algérois oza

Le bassin côtier algérois 02a appartient à la région hydrographique Algérois-Hodna-Soummam⁷. Il s'étend sur une superficie de 4.570 km² et comprend le plus important ensemble métropolitain de l'Algérie, constitué par Alger, Blida, Boumerdès et Tipaza (cf. Figure 1). Le croît démographique très important et son corollaire d'urbanisation se traduisent par une pression accrue sur les ressources naturelles en sol et en eau.

Les activités économiques liées à l'eau sont principalement l'industrie et l'agriculture. Concernant cette dernière, les superficies irriguées seraient de l'ordre de 70.000 hectares dont 60.000 irrigués en petite et moyenne hydraulique. Les superficies irriguées en grande hydraulique (GPI) n'ont jamais dépassé plus de la moitié de la surface irrigable estimée à 34.389 hectares (sur 41.452 hectares équipés) à partir de l'eau des barrages. Les principales productions développées dans la zone du bassin 02a sont l'arboriculture fruitière – agrumes notamment – (55,4% de la superficie irriguée totale en 2012) et le maraîchage (Akli, 2015).

Selon Benblidia (2011), la superficie réellement irriguée en 2008 par le réseau public de distribution n'atteint pas 10% de la superficie équipée dans le bassin côtier algérois 02a. Selon cet auteur, l'irrigation publique n'a pas cessé de régresser à cause de la réduction drastique des volumes d'eau alloués à l'irrigation. L'agriculture ne reçoit, en effet, que les volumes d'eau résiduels après satisfaction des besoins en eau potable classés prioritaires. En outre, La dotation en eau moyenne ne satisfait que 50% du besoin théorique moyen des cultures irriguées. Dans ce contexte de pénurie de l'eau d'irrigation publique (provenant des barrages principalement), la seule alternative qui reste aux agriculteurs est de développer l'irrigation individuelle des eaux souterraines, qui leur

⁷ Cette région hydrographique est limitée au Nord par la mer Méditerranée, à l'Ouest par la région Chellif-Zahrez, à l'Est par la région Constantinois-Seybousse- Mellègue et enfin au Sud par la région du Sahara.

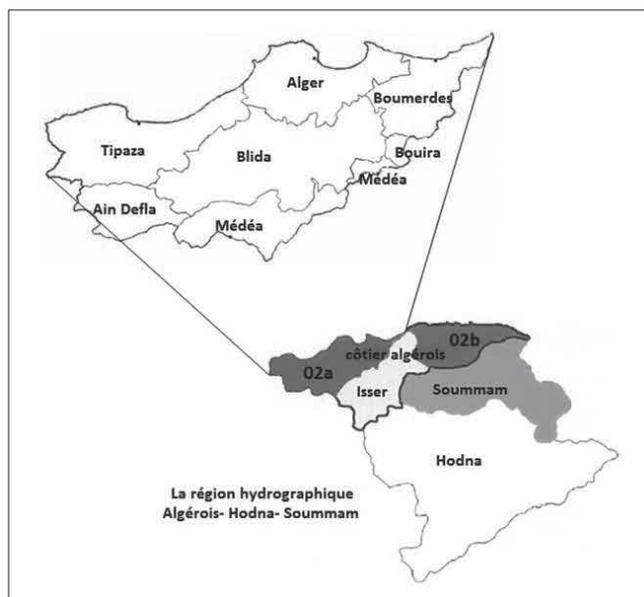


Figure 1 - Représentation du bassin côtier algérois 02a dans la région hydrographique Algérois-Hodna-Soummam.
Source : MRE-GIRE (2012).

offre une sécurité et une flexibilité d'approvisionnement (Benmihoub *et al.*, 2016).

Déficit en eau estimé à l'horizon 2030

Dans le bassin côtier algérois 02a, si nous ne tenons compte que des disponibilités en eau qui seront emmagasinées grâce aux infrastructures classiques déjà existantes⁸, un déficit en eau sera enregistré à l'horizon 2030. Ce dernier pourrait être comblé par des actions volontaristes de l'Etat qui permettront de produire et/ou d'économiser un volume supplémentaire important en eau. Le volume total d'approvisionnement en eau est estimé selon le volume total d'eau disponible à partir de chaque source pour satisfaire la demande. La demande totale en eau est estimée par les besoins en eau de l'AEPI et de l'agriculture (cf. Figure 2). L'écart entre les deux représente le déficit en eau à combler.

Pour une année climatique moyenne, la différence qui sera enregistrée à l'horizon 2030 entre les disponibilités⁹ évaluées à 577,9 Hm³ et la demande estimée à 1477,8 Hm³ sera de

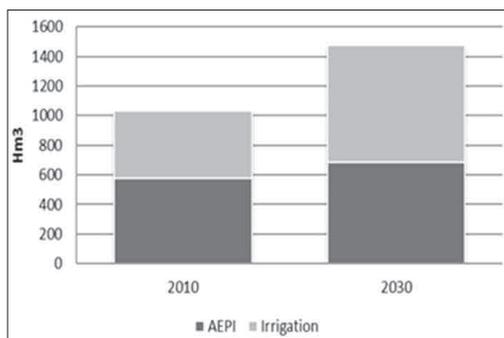


Figure 2 - Estimation de la demande en eau future dans le bassin côtier algérois 02a.
Source : Données GIRE (2012).

l'ordre de 899,9 Hm³. Pour combler ce déficit en eau nous avons identifié toutes les mesures de gestion qui permettront de produire et/ou d'économiser un volume d'eau considérable. Le terme « mesure », selon le GIRE (2012), renvoie à toute action de gestion de l'eau visant à améliorer les volumes d'eau. La mesure peut être inscrite dans l'un des deux modes de ges-

⁸ Il s'agit des disponibilités en eau enregistrées en 2010, sans leur additionner le volume d'eau qui sera produit ou économisé grâce au programme de gestion tracé par le MRE à l'horizon 2030 pour augmenter les disponibilités et économiser la ressource existante.

⁹ Les disponibilités tiennent compte des eaux de barrages déjà existants (Boukourdane, Bouroumi, Keddara et Hamiz), des retenues collinaires et prises au fil de l'eau ainsi que les eaux souterraines de la région (Source MRE/GIRE, 2012).

tion de l'eau. Soit dans le mode de gestion par l'offre (exemple des projets d'augmentation de l'offre de l'eau), soit dans le mode de gestion de la demande (par exemple les projets d'économie de l'eau). Parmi ces mesures identifiées, certaines ont été déjà adoptées et sont actuellement opérationnelles et d'autres sont encore en phase d'étude.

3.2. Identification des mesures de gestion susceptibles de combler le déficit en eau dans le bassin côtier algérois 02a

Nous avons identifié huit mesures de gestion des ressources en eau divisées en deux catégories. Dans la première catégorie, 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 conventionnelle par la construction du barrage de Douéra (BGE) et par le transfert de l'eau à partir de Taksebt (TRS) ainsi qu'en eau non conventionnelle par le dessalement de l'eau de mer avec des stations monoblocs (PSDEM) et de grandes stations (GSDEM). La seconde catégorie renferme autant de mesures de gestion de la demande qui pourraient être adoptées et qui permettraient d'économiser un volume considérable en eau conventionnelle. Ici, on met l'accent sur les grands projets d'économie d'eau notamment en éliminant les fuites par la réhabilitation des réseaux d'adduction et de distribution d'AEPI (RAEPI) et en agriculture par la rénovation et réhabilitation des réseaux d'irrigation dans les grands périmètres irrigués (RGPI), par la généralisation de l'irrigation localisée (goutte à goutte) (GàG), et par la réutilisation des eaux usées épurées dans l'agriculture (REUE). Le tableau en Annexe 1 donne les productions annuelles d'eau de chacune des mesures.

Pour toutes ces mesures identifiées, nous avons utilisé une durée de vie commune de 25 ans. Cette période selon Aulong *et al.* (2008) est suffisamment longue pour capturer tous les coûts importants.

Les coûts de réalisation (investissements) des barrages et du transfert ont été récupérés auprès de l'ANBT. Les frais d'exploitation des barrages ont été pris égaux à 0,5% de l'investissement initial et concernant le transfert, les frais d'exploitation sont majorés à 2% de son coût d'investissement.

Pour les stations de dessalement¹⁰, les coûts d'investissement et d'exploitations ont été pris égaux aux coûts réels pour les monoblocs, cependant pour les grandes stations, nous avons pris le coût de réalisation estimé pour chaque station pour l'investissement et les coûts d'exploitation ont été estimés sur la base d'études de faisabilité initiale inscrites dans l'étude générale sur le dessalement de l'eau de mer.

Concernant les réseaux d'AEPI et en prévision des travaux de renouvellement et d'une lutte plus intensive contre les fuites à venir, on prend le taux de 85% comme taux d'efficacité des réseaux d'AEPI pour l'horizon 2030. La demande en eau passerait donc de 689,87 Hm³ avec un taux d'efficacité de 55% en 2010 à 446,39 Hm³, soit une économie de 243,84 Hm³ (AKLI, 2015). Cependant, dans le réseau des GPI qui enregistre un taux d'efficacité de 66% en 2010 dans le bassin côtier algérois 02a, on émet l'hypothèse que l'efficacité à l'horizon 2030 sera améliorée à 80% et une économie d'eau de 49 Hm³ pourrait donc être réalisée (Akli, 2015). Pour l'estimation de ce projet, nous allons calculer le coût de rénovation (pour les anciens périmètres) et de création pour les nouveaux périmètres, soit un total de 26.932 ha à rénover et/ou à créer (Akli, 2015). D'après les normes de l'Office National de l'Irrigation et du Drainage (ONID), les besoins de création et d'extension s'élèvent à 1 million de dinars (par hectare créé) (MRE-DEAHe, 2005 cité par la Banque mondiale, 2007). Les coûts d'entretien réels représentent, selon la référence internationale, 1% de la valeur du stock d'infrastructures.

Pour la généralisation de l'irrigation localisée, nous proposons à ce titre, que les pouvoirs publics subventionnent à 100% l'adoption des

¹⁰ Il s'agit de la station de Ain Bénian 1 et 2 (5.000 m³/j), Zeralda 1 et 2 (5.000 m³/j) Palm Beach (2.500 m³/j) et Bousmaïl (5.000 m³/j) pour les petites stations monoblocs et de la station de Hamma (200.000 m³/j), Fouka (120.000 m³/j), Ouesd Sebt (100.000 m³/j) et Cap Djinet (100.000 m³/j) pour les grandes stations.

techniques d'irrigation localisée notamment le goutte à goutte pour toute la superficie développée (reconversion ou création de nouveaux périmètres) jusqu'en 2030. Au total, nous aurons une superficie développée de 79.032 ha (26.932 ha pour la GPI et 52.100 ha pour la PMH). Cette reconversion vers l'irrigation localisée permettrait une économie de l'eau d'environ 253 Hm³ à l'horizon 2030 (sous condition que toute la superficie en gravitaire sera reconvertie en goutte à goutte) (Akli, 2015).

Pour l'estimation de ce projet, nous avons inclus le coût des bassins d'accumulation – en considérant que pour chaque tranche de 5 ha il est construit un bassin de 100 m³ – ainsi que le coût du matériel d'irrigation localisée¹¹. Ce coût comprend la station de tête, les conduites à goutteurs incorporés avec les divers raccords, ainsi que l'étude, l'installation et les charges à l'hectare. Un renouvellement des conduites est prévu tous les deux ans et celui de la station de tête est prévu tous les cinq ans jusqu'à l'horizon 2030. Ces renouvellements vont aussi être subventionnés à 100% par l'Etat (Akli, 2015).

Concernant la réutilisation des eaux usées épurées, le volume prévu de réutilisation à l'horizon 2030 est de l'ordre de 110 Hm³ dans le bassin côtier algérois 02a. Ce sont les nouvelles stations d'épuration construites à partir de l'année 2000¹² qui ont fait l'objet du calcul du coût moyen unitaire sur la base des coûts d'investissement, d'exploitation et le volume annuel traité. Les montants des marchés initiaux ont été récupérés auprès de la Direction de Mobilisation des Ressources en Eau du MRE. Les coûts d'exploitation et maintenance, ont été majorés à 5% de l'investissement initial pour toutes les stations étudiées¹³.

Notons que les mesures de gestion par l'offre nous permettraient une production d'un volume

d'eau supplémentaire de l'ordre de 500 millions de m³ et les mesures de gestion de la demande pourraient économiser un volume en eau qui avoisinerait les 655 millions de m³ (Voir Annexe 1).

4. Résultats et discussion

L'évaluation économique a été réalisée pour toutes les mesures de gestion des ressources en eau identifiées dans la zone d'étude.

Pour toutes les mesures, les coûts économiques et les sorties d'eau ont été mis à jour avec un même taux d'actualisation de 8%. Pour le calcul du rapport coût-efficacité annuel moyen (ratio C/Ea), le taux d'actualisation de 8% a été considéré et son calcul est basé sur la production totale de l'eau ainsi que le coût de l'investissement total de toutes les mesures de gestion.

4.1. Résultats du rapport coût-efficacité annuel moyen des mesures de gestion des ressources en eau (C/Ea)

Le Tableau 1 ci-dessous résume le calcul du rapport C/Ea et son classement associé. L'efficacité est basée uniquement sur la partie de l'eau fournie à la zone d'étude (bassin côtier algérois 02a).

Les résultats de l'analyse montrent que la construction d'un nouveau barrage (le barrage de Douéra) présente le meilleur rapport coût-efficacité de toutes les mesures identifiées dans le bassin côtier algérois 02a. Avec un coût unitaire moyen de 22,68 DA/m³, cette mesure occupe la première position du classement. Cependant, malgré l'avantage économique que cette mesure procure, sa programmation n'a pas été priorisée, elle est même venue après d'autres mesures plus coûteuses. La construction du barrage n'a

¹¹ Selon les services de l'ONID, le coût de l'installation du goutte à goutte dépend de la qualité du matériel et aussi de l'assolement à irriguer (l'arboriculture ou maraîchage), le prix à l'hectare varie de 180.000 DA à 250.000 DA. Cependant, plus la superficie à équiper est importante, moins sera le coût par hectare puisqu'on pourra utiliser jusqu'à une station de tête par 10 ha.

¹² Pour la wilaya d'Alger, nous avons pris la station de Baraki 1ere et 2eme tranche (150.000 m³/j chacune), la station de Réghaia (80.000 m³/j) et la station de Beni Messous (50.400 m³/j). Pour la wilaya de Tipaza, c'est la station de Chenoua (10.500 m³/j) qui a fait l'objet du calcul du coût du m³ d'eau traité ainsi que la station de Hadjout (11.200 m³/j).

¹³ En l'absence de données sur les coûts réels d'exploitation, nous retiendrons 5% de l'investissement pour les stations d'épuration (Projet PAC, 2004).

Tableau 1 - Le coût annuel moyen de l'eau (C/Ea) pour toutes les mesures étudiées.

Mesures	Code	Vol. (Hm ³ /an)	TAEC	C/Ea DA/m ³	Classement
			Millions DA		
Réalisation d'un nouveau barrage	BGE	87	1.734,86	22,68	1
Réutilisation des Eaux Usées Epurées en agriculture	REUE	110	2.608,86	23,66	2
Adoption du goutte à goutte (nouvelles superficies irriguées et reconversion de l'irrigation gravitaire) sur 79.032 ha (52.100 ha PMH et 26.932 ha GPI)	GàG	253	8.732,13	34,51	3
Transfert de l'eau à partir de bassins limitrophes vers le bassin côtier algérois 02a	TRS	221	9.583,26	43,36	4
Réhabilitation du réseau des grands périmètres irrigués GPI (26.932 ha)	RGPI	48,85	2.657,62	54,40	5
Réhabilitation du réseau d'AEPI	RAEPI	243,48	13.880,04	57,01	6
Réalisation de Grandes stations de dessalement	GSDEM	189,8	12.169,55	64,12	7
Réalisation de petites stations de dessalement monoblocs	PSDEM	6,38	721,47	89,07	8

Source : Nos calculs (2018).

débuté qu'en 2005 et sa mise en eau programmée pour 2011 a accusé un retard à cause d'un contentieux foncier. Ce barrage a pu enfin être exploité en 2015 après la résolution du dossier d'expropriation de propriétaires de terres agricoles et d'habitations.

La deuxième place avec un coût unitaire moyen de 23,66 DA/m³ revient à la mesure d'approvisionnement en eau non conventionnelle par la réutilisation des eaux usées épurées des STEP.

La mesure d'économie de l'eau en agriculture par la généralisation de l'irrigation localisée dans la grande irrigation (GPI) ainsi que dans la Petite et Moyenne Hydraulique (PMH) occupe la 3^{ème} position dans le classement rapport coût-efficacité moyen (C/Ea).

La mesure de l'offre par le transfert de l'eau à partir d'autres régions n'arrive qu'en 4^{ème} position avec un rapport coût-efficacité moyen de 43,36 DA/m³. Ce projet relativement coûteux et dépendant de l'énergie a commencé en décembre 2004 et la première année de sa mise en service s'est faite en février 2008. Il rentre dans

le cadre de la sécurisation de l'alimentation en eau potable de la wilaya d'Alger.

La mesure d'économie de l'eau au niveau des GPI par la rénovation et la réhabilitation du réseau d'adduction de l'eau occupera la cinquième position. Suivie par la remise à neuf de tout le réseau d'AEPI du bassin côtier algérois 02a, qui devance de peu le dessalement de l'eau de mer par les grandes stations.

L'analyse montre que le dessalement de l'eau de mer des stations monoblocs est le moins efficace par rapport aux autres mesures.

4.2. Comblant le déficit en eau

La première combinaison : Le recours aux mesures les moins coûteuses

Pour satisfaire la demande en eau à l'horizon 2030 estimée à 899,9 Hm³, et selon le classement du rapport coût-efficacité moyen (C/Ea), la combinaison des 6 premières mesures qui sont par ordre de la moins à la plus coûteuse : la construction du barrage de Douéra (BGE), la réutilisation des eaux usées épurées en agriculture (REUE),

la généralisation de l'irrigation localisée au niveau des GPI et de la PMH (GàG), le transfert des eaux vers notre bassin (TRS), la réhabilitation du réseau des GPI (RGPI) ainsi que la réhabilitation du réseau AEPI (RAEPI). Les mesures de production de l'eau par le dessalement de l'eau de mer, qu'elles soient par les grandes stations (GSDEM) ou bien par les petites stations monoblocs (PSDEM) ne seront pas nécessaires. La Figure 3 représente le coût économique total annuel cumulé de l'eau délivrée au bassin côtier algérois 02a (cf. combinaison 1).

Notons que le coût du dessalement en Algérie est basé sur un prix de 2,2 dollars le million du BTU pour le gaz livré aux unités de dessalement¹⁴ et malgré ce faible prix du gaz, le coût du m³ desalé reste cher. Plusieurs spécialistes avancent que dans quelques années le prix de l'énergie connaîtra une augmentation vertigineuse, à cause de la chute des prix du pétrole, de ce fait la différence entre le coût de l'eau dessalée et le prix payé par les consommateurs que supporte le trésor public sera plus élevée. Cette différence ne pourra pas être supportée à long terme, de ce fait, et selon la Banque mondiale (2007) le programme du dessalement de l'eau de mer semble donc être économiquement coûteux pour le pays et reviendrait à une perte économique et créerait un besoin continu de subventions de l'Etat.

En plus de ces raisons précitées, il y aurait d'autres raisons d'ordre environnemental. En effet, le coût moyen du m³ produit par ces grandes stations de dessalement qui est de 64,12 DA n'inclut pas le coût des externalités négatives causées par ces usines. A ce coût monétaire direct, il faut donc ajouter les coûts environnementaux¹⁵ liés à la phase d'exploitation affectant la qualité de l'air¹⁶ et engendrant des dommages potentiels pour les milieux marins, et les impacts liés à la phase de construction des usines de dessalement (des nuisances sonores et une transformation du sol) (Hamitouche et Remini, 2005).

Sur le plan biologique, le dessalement peut aussi causer la perturbation de la chaîne alimentaire si certains des micro-organismes contenus dans l'eau destinée à être dessalée, et entrant dans l'alimentation de différentes espèces marines, venaient à être éliminés en trop grand nombre (Dickie, 2007). 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 l'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. Certains organismes marins sont très sensibles à la salinité, ce qui pourrait entraîner à long terme leur disparition.

La deuxième combinaison : Le recours aux ressources conventionnelles

Une autre combinaison plus intéressante pourrait satisfaire la demande en eau en mettant l'accent sur les mesures d'économie d'eau, en particulier la rénovation des réseaux d'adduction et de distribution (RAEPI et RGPI). Cette deuxième combinaison est illustrée dans la Figure 3 (cf. combinaison 2).

Si on recombine les mesures, en favorisant les mesures produisant ou économisant les ressources en eau conventionnelle (BGE, GàG, TRS, RGPI et RAEPI), nous constaterons que ces dernières sont suffisantes pour combler le déficit en eau estimé à 899,9 Hm³ en 2030. Ces mesures produisent à elles seules un volume de près de 853,40 Hm³/an et assurent à elles seules un taux de couverture de 95%.

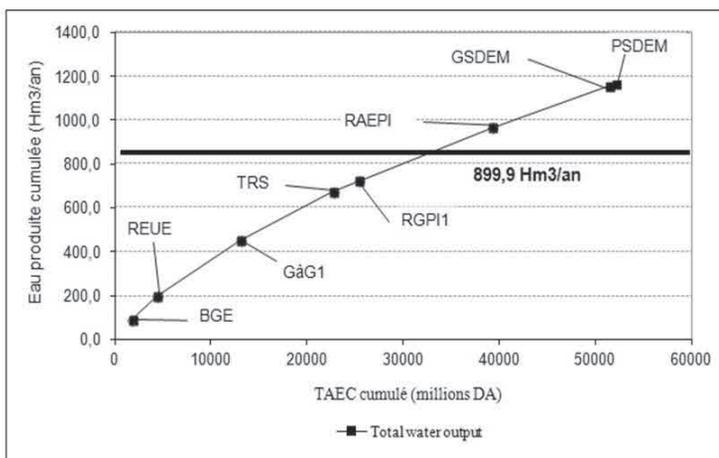
Si nous espérons un taux de couverture de 100%, il faut combler la demande manquante de 5% (46,5 Hm³). Le recours aux ressources

¹⁴ Actes du séminaire sur « l'analyse et la planification dans le secteur de l'eau » organisé en Juin 2008 par la GTZ allemande et le MRE cité par Mekideche (2008).

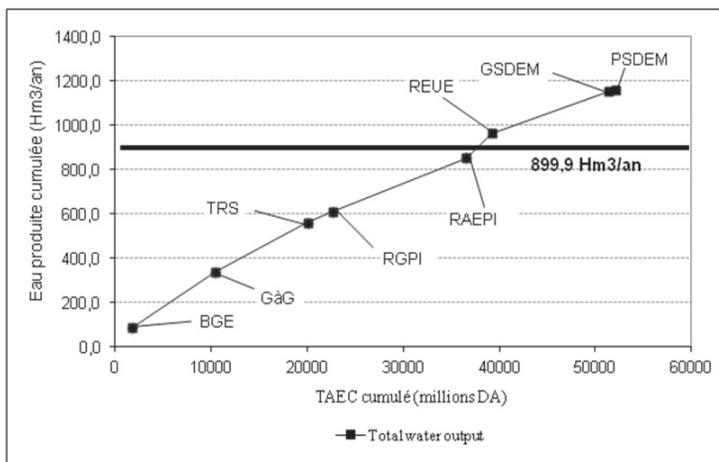
¹⁵ Ces coûts ne seront pas évalués monétairement.

¹⁶ Les usines de dessalement sont essentiellement alimentées par des énergies fossiles. Or, les combustibles fossiles présentent pour l'environnement l'inconvénient d'émettre des polluants atmosphériques, notamment du dioxyde de carbone (CO₂), des oxydes de soufre et d'azote et des particules solides.

Combinaison 1



Combinaison 2



Combinaison 3

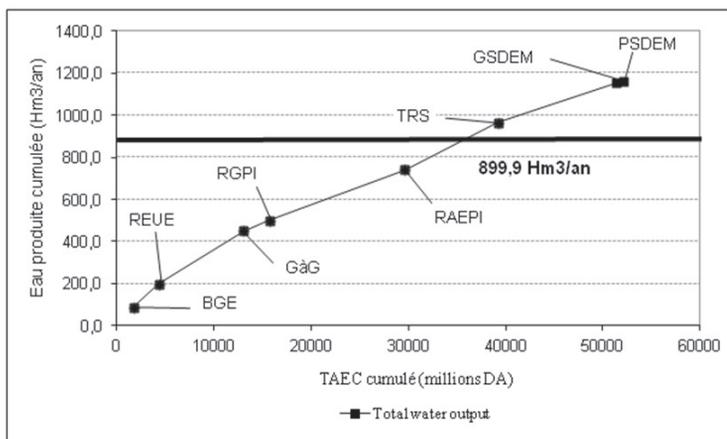


Figure 3 - Coût-efficacité cumulée des mesures de gestion de l'eau dans le bassin côtier algérois 02a.

Source : fait par nous même (2018).

non conventionnelles sera donc nécessaire, et vu que la REUE a un meilleur rapport coût-efficacité que le dessalement de l'eau de mer, c'est cette option qui sera choisie avec près de la moitié de la capacité totale de la REUE (42%) dans le bassin côtier algérois 02a. Ainsi le recours au dessalement de l'eau de mer n'est pas indispensable et pourrait être retardé à un horizon lointain.

La troisième combinaison : Le recours aux ressources internes du bassin côtier algérois 02a

Une troisième combinaison plus rationnelle est possible, cette dernière permet de satisfaire au maximum la demande en eau du bassin avec les ressources de celui-ci (cf. Figure 3, combinaison 3).

En effet, la combinaison de toutes les mesures qui nous permettent de produire et d'économiser l'eau dans le bassin (BGE, REUE, GàG, RGPI, RAEP) exception faite pour le transfert et le dessalement de l'eau de mer, permet de couvrir la demande en eau dans le bassin à hauteur de 82%. Cette dernière combinaison nous paraît très intéressante car avec les ressources disponibles propres au bassin côtier algérois 02a, nous pouvons avoir un taux de couverture satisfaisant (83%) avec un meilleur rapport coût-efficacité sous condition que toutes les mesures envisagées de gestion de la demande seront réalisées.

Si nous voulons avoir un taux de couverture optimal (100%), le recours au transfert de l'eau à partir du barrage de Taksebt est indispensable. Toutefois, le volume à transférer sera revu à la baisse avec seulement 157 Hm³/an au lieu des 221 Hm³ prévus (soit 70% du volume prévu).

Avec l'action volontariste de l'Etat, le déficit en eau de 2030 pourrait être comblé sans avoir recours au dessalement de l'eau de mer sous condition que toutes les autres mesures soient réalisées. Cependant en l'absence d'une intervention publique forte pour améliorer le rendement des réseaux de distributions AEPI et GPI ainsi que la réduction des pertes par la généralisation de l'irrigation économe et la réutilisation des eaux usées épurées dans l'agriculture, le recours au dessalement devient une nécessité, et même avec cette option coûteuse, le taux de couverture global ne sera que de 81%.

5. Résultats du rapport coût-efficacité marginal des mesures de gestion des ressources en eau

Le concept du coût marginal est l'un des concepts les plus importants à mobiliser dans une analyse de la performance d'une activité de production. L'estimation des coûts marginaux d'un secteur d'activité est, de plus, d'un grand intérêt pour la fixation du prix ou la détermination du prix d'équilibre. La comparaison du coût marginal et du prix pratiqué peut donner une information sur le déficit ou l'excédent des comptes de l'exploitant (Zeggagh *et al.*, 2010).

Pour évaluer l'importance des critères de décision sélectionnés pour l'analyse coût-efficacité (ACE), le coût unitaire annuel moyen de l'eau (rapport C/Ea) est comparé avec son coût unitaire marginal (C/Em). La disponibilité des données a permis de faire cette comparaison.

Le ratio C/Em (équation 4) est estimé en utilisant toujours un taux d'actualisation de 8% et une période de temps commune de 25 ans pour toutes les mesures. Les valeurs estimées du rapport (C/Em) sont données dans le Tableau 2 ci-dessous.

Ces résultats conduisent au même constat et conclusions que le premier rapport coût-efficacité moyen (C/Ea). Cependant, la comparaison révèle que le classement basé sur le rapport coût-efficacité marginale des mesures (C/Em) est légèrement différent de celui obtenu en utilisant le ratio coût-efficacité annuel moyen (C/Ea) (voir la dernière colonne du Tableau 2).

Ces différences de classement entre les rapports coût-efficacité annuels moyens et marginaux (C/Ea et C/Em) sont dues selon Aulong *et al.* (2008) premièrement à la variable temps qui influe directement sur les coûts d'investissement : les coûts sont annualisés sur la durée de vie de l'investissement et la valeur actuelle des coûts de production est calculée sur une période fixe et commune (25 années) et deuxièmement à l'actualisation des sorties d'eau (eau produite ou économisée). Ceci peut être expliqué par le fait que le dénominateur pour l'unité métrique annuelle est exprimé en terme physique (volume d'eau moyen) tandis que le dénominateur de l'unité métrique marginale est exprimé en terme économique par l'eau actualisée (Fane et White, 2003).

Tableau 2 - Le rapport coût-efficacité marginal (C/Em) des mesures étudiées et comparaison avec le rapport coût-efficacité moyen (C/Ea).

	Code	PVEC (millions DA)	PVW (MCM)	Ratio C/Em (DA/m ³)	Classement	Ratio C/Ea (DA/m ³)	Classement
Réutilisation des Eaux Usées Epurées dans l'agriculture	REUE	17.600,22	643,99	27,33	1	23,66	2
Réalisation d'un nouveau barrage	BGE	18.304,86	533,62	34,30	2	22,68	1
Adoption du goutte à goutte	GàG	65.229,05	1.688,45	38,63	3	34,51	3
Réhabilitation du Réseau GPI	RGPI	19.940,67	350,51	56,89	4	54,40	5
Transfert de l'eau	TRS	64.070,15	1.086,98	58,94	5	43,36	4
Réhabilitation du Réseau AEPI	RAEPI	115.347,41	1.395,22	82,67	6	57,01	6
Réalisation de grandes stations de dessalement	GSDEM	97.388,21	1.053,00	92,49	7	64,12	7
Réalisation des petites stations de dessalement	PSDEM	6.665,72	64,99	102,57	8	89,07	8

Source : Calculé par nous même (2018).

La Figure 4 montre la différence entre les rapports coût-efficacité moyen (C/Ea) et le coût-efficacité marginal (C/Em) pour les mesures de gestion de l'eau dans le bassin d'étude. Nous remarquons que le rapport coût-efficacité marginal (C/Em) est plus important que le rapport coût-efficacité moyen (C/Ea) pour quasiment toutes les mesures.

La distinction entre coût annuel moyen et coût marginal est essentielle, dans la mesure où ce que l'on cherche à évaluer, lorsque l'on compare des stratégies entre elles, est la mesure des écarts entre l'efficacité, c'est-à-dire améliorer l'approvisionnement pour combler le déficit en eau au niveau du bassin d'étude, et le coût supplémentaire nécessaire pour produire cette amélioration. La différence entre coût annuel moyen (coût total de la stratégie divisé par l'efficacité produite par cette même stratégie) et coût marginal (supplément de coût résultant de la production d'une unité supplémentaire d'efficacité) a donc toute son importance lorsque l'on cherche à déterminer la stratégie qui permettra de maximiser un résultat sous une contrainte donnée de ressources. C'est à la seconde notion, celle de coût marginal, qu'il faut se référer pour

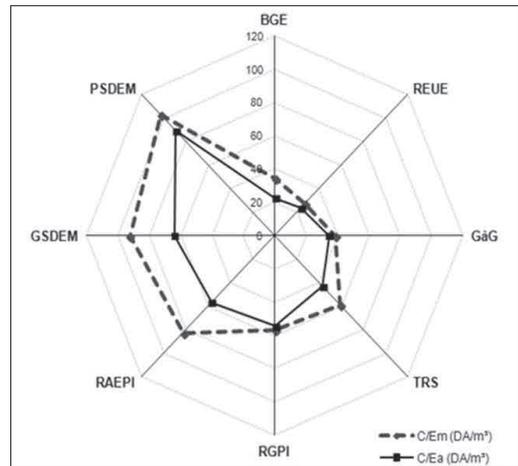


Figure 4 - Représentation du rapport coût-efficacité moyen (C/Ea) et marginal (C/Em).

Source : Fait par nous même (2018).

définir les seuils d'investissements optimaux, c'est-à-dire au-delà desquels la collectivité peut considérer que les ressources ne sont plus dépensées de façon socialement utile et produiraient plus de bien-être si elles étaient affectées à un autre programme.

6. Conclusion

Les résultats de cette recherche appliquée confirment amplement que, face au problème de pénurie d'eau, le Gouvernement algérien a tendance à privilégier des solutions d'urgence axées sur l'accroissement de l'offre sans tenir compte ou s'appuyer sur des études d'évaluation économique comparative entre les différentes mesures de gestion de l'eau (par l'offre vs de la demande). Alors que, l'analyse coût-efficacité appliquée à notre cas d'étude démontre que les mesures de gestion de la demande en eau sont plutôt efficaces et permettent d'économiser des volumes d'eau plus significatifs, dans les secteurs de l'irrigation et de l'eau potable.

En effet, notre analyse de cas montre que la résorption du déficit en eau dans le bassin côtier algérois 02a à l'horizon 2030 nécessite une combinaison des mesures de gestion par l'offre et de la demande. Toutefois, les mesures de gestion de la demande permettent d'économiser un volume d'eau bien supérieur au volume qui sera mobilisé par les mesures de l'offre (de près d'un tiers). En outre, l'application de l'analyse coût-efficacité aux différentes mesures de gestion fait ressortir un échelonnement des projets d'investissement différent de celui opéré par les pouvoirs publics. La meilleure séquence d'investissement qui permettrait de couvrir à moindre coût la demande en eau dans le bassin en question à l'horizon 2030, écarte le dessalement de l'eau de mer adopté par les pouvoirs publics pour produire des volumes d'eau supplémentaires, qui profitent plutôt aux marchés urbains (demandes en eau domestique et industrielle) au détriment de l'agriculture.

Les résultats de cette recherche ont des implications politiques fortes. En effet, la démonstration que les mesures de gestion de la demande en eau présentent de meilleurs rapports coût-efficacité plaide en leur faveur, dans le sens d'occuper une place stratégique dans les politiques publiques de gestion des ressources en eau. Sachant que d'autres instruments de gestion de la demande en eau (par exemple : la tarification, subvention des technologies économes en eau), qui ne sont pas abordés dans cette étude, constituent également, selon la littérature scientifique (Jeder *et al.*, 2011 ; Yessad, 2012, Kertous, 2013 ;

Chohin-Kuper, 2014 ; Oulmane et Frija, 2016), des instruments efficaces d'économie d'eau. Cet axe de gestion permet de récupérer un gisement inexploité d'une ressource rare, coûteuse pour la produire et qui pourrait constituer une cause de déséquilibre socioéconomique et de conflit dans les situations de pénurie.

Les résultats de cette recherche plaident également pour une gestion intégrée des ressources en eau qui repose sur une combinaison des mesures de gestion de l'offre et des mesures de gestion de la demande et qui tient compte de plusieurs secteurs de production et d'usage de l'eau. Se baser exclusivement sur les mesures de l'offre est très coûteux et ne permet pas de satisfaire l'évolution de la demande en eau future. Cependant, la programmation des investissements ou des solutions adoptées doit reposer impérativement sur l'évaluation économique. Celle-ci permet d'éclairer les décideurs sur les choix d'investissements efficaces et à moindre coût et leurs programmations dans le temps, en adoptant un modèle caractérisé par une jonction entre l'économique et le technique dans la gestion des ressources en eau.

Références

- Akli S., 2015. *Economie des ressources en eau en Algérie : Quelle place pour la gestion de la demande et quel impact sur l'économie de l'eau ? Application au bassin côtier algérois 02a*. Thèse de doctorat en sciences agronomiques, spécialité Développement rural, Ecole nationale Supérieure Agronomique, El Harrach, Alger.
- Akli S. et Bédrani S., 2011. Produire de l'eau par le dessalement ou en l'économisant grâce à l'adoption de l'irrigation localisée ? *Les Cahiers du CREAD*, 96/2011 : 51-70.
- Albert R., Carrère A. et De Felix P., 2001. *Etudes économiques et financières des projets*. Coyne et Bellier, Bureau d'Ingénieurs Conseils, DTI, n. 31.
- Albouchi L., Bachtat M.S., Jacquet F., 2007. Efficacités productives comparées des zones irriguées au sein d'un bassin versant. *New Médit*, 6(3) : 4-13
- Amzert M., 2010. Le monopole de la technique : modèle de l'offre et pénurie d'eau en Algérie. In Schneier-Madanès G. (s/dir.), *L'eau mondialisée, la gouvernance en question*. Paris : Editions La Découverte, collection Recherches, pp. 219-236.
- Aulong S., Bouzit M. et Dörfli N., 2008. Cost-Effectiveness Analysis of Water Management, Meas-

- ures in Two River Basins of Jordan and Lebanon. *Water Resources Management*, 23: 731-753.
- 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.
- Benblidia M., 2011. L'efficacité d'utilisation de l'eau et approche économique, Etude nationale, Algérie. Version finale. *Plan Bleu, Centre d'Activités Régionales PNUE/PAM*, 24 p.
- Benmihoub A., Akli S., Bédrani S., 2016. Dynamique de recomposition sociale dans l'agriculture irriguée en Algérie: Cas d'un périmètre public d'irrigation dans la plaine de Mitidja. *New Medit*, 15(4) : 21-32.
- Berbel J., Martin-Ortega J. et Mesa P., 2011. A cost-effectiveness analysis of water-saving measures for the water framework directive: the case of the Guadalquivir river basin in Southern Spain. *Water Resources Management*, 25: 623-640.
- Blanc P., Le Grusse Ph., 2007. De la politique de l'offre à la gestion de la demande : une révolution hydraulique en Méditerranée. *Villes et Territoires du Moyen-Orient*, 3, mars 2007, p. 16.
- Blinda M., 2012. *Vers une meilleure efficacité de l'utilisation de l'eau en Méditerranée*. Les Cahiers du Plan Bleu. Valbonne : Plan Bleu, 2012.
- Chebil A., Bahri W., Frija A., 2013. Mesure et déterminants de l'efficacité d'usage de l'eau d'irrigation dans la production du blé dur: cas de Chabika (Tunisie). *New Medit*, 12(1) : 49-55.
- Chemak F., Dhehibi B., 2010. Efficacité technique des exploitations en irrigué. Une approche paramétrique Versus non paramétrique. *New Medit*, 9(2) : 32-41.
- Chohin-Kuper A., Garzón Delvaux P.A., Strosser P., 2014. *Approche économique de la gestion de la demande en eau en Méditerranée : instruments économiques*, Les Cahiers du Plan Bleu 15. Valbonne : Plan Bleu.
- CNED (Caisse Nationale d'Équipement pour le Développement), 2008. Guide de Maturation des Grands Projets d'Infrastructure Économique et Sociale. Partie 1, Méthodologie générale, Ministère des finances, République algérienne démocratique et populaires.
- Dickie P., 2007. Making Water. In *Desalination: option or distraction for a thirsty world*, June 2007, WWF's Global Freshwater Program.
- Dziegielewska B., 2003. Strategies for managing water demand. *Water Resources Update*, 126: 29-39.
- Fane S., White S., 2003. *Levelised cost, a general formula for calculations of unit cost in integrated resource planning*. Paper presented at efficient 2003: efficient use and management of water for urban supply conference, Tenerife, 2-4 April 2003.
- Fernandez S., Mouliérac A., 2010. *Evaluation économique de la gestion de la demande en eau en Méditerranée*. Rapport d'étude, Plan Bleu.
- 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.
- Hamitouche M. et 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, 21-22 Mai 2005.
- Hammani A., El Masri A., Bouaziz A., Kuper M., 2009. Valorisation de l'eau souterraine par les cultures fourragères dans le périmètre irrigué du Tadla, Maroc. In Hartani T., Douaoui A., Kuper M., 2009, *Economies d'eau en systèmes irrigués au Maghreb*, May 2008, Cirad, Mostaganem, Algérie, 10 p.
- Imache A., Bouarfa S., Kuper M., Hartani T., Dionnet M., 2009. Integrating 'invisible' farmers in a regional debate on water productivity: The case of informal water and land markets in the Algerian Mitidja plain. *Irrigation and Drainage*, 58: S264-S272.
- Jeder H., Sghaier M., Louhichi K., 2011. Tarification de l'eau d'irrigation et durabilité des systèmes de production : Cas du bassin versant d'Oum Zessar, Sud-est de la Tunisie. *New Medit*, 10(1) : 50-57.
- Kertous M., 2012. La demande en eau potable est-elle élastique au prix ? Le cas de la Wilaya de Bejaia. *Revue d'économie du développement*, 2012/1(20) : 97-126.
- Mahdhi N., Mongi S., 2017. Essais de réglementation des prélèvements agricoles en eau souterraine dans un contexte d'asymétrie d'information: cas des périmètres publics irrigués, Sud-Est Tunisien. *New Medit*, 16(3) : 64-72.
- Mekideche M., 2008. *L'économie algérienne à la croisée des chemins : repères actuels et éléments prospectifs*. Hydra : Editions Dahlab.
- MRE-GIRE, 2012. *Gestion Intégrée des Ressources en Eau dans le bassin hydrographique côtier algérois 02a*. Elaboration du plan de gestion PG02A. État des lieux des ressources en eau et leur cadre de gestion. Hydroconseil. Déc. 2011. Direction des Études et des Aménagements Hydrauliques, MRE, Programme GIRE, Coopération algéro-belge.
- Oulmane A., Frija A., 2016. *Impact d'une politique de tarification de l'eau sur la demande de la ressource par les agriculteurs en Algérie*. Colloque international sur l'eau « évaluation, économie et protec-

- tion », Université Kasdi Merbah de Ouargla, 21 et 22 décembre 2016. <http://dspace.univ-ouargla.dz/jspui/handle/123456789/13929>.
- Oulmane A., Frija A., Brabez F., 2016. Effet des quotas d'eau d'irrigation sur l'efficacité d'usage de l'eau dans les exploitations maraîchères du Nord-est Algérien: Vers une sericulture plus valorisante de la ressource en eau. *New Medit*, 15(4) : 72-81.
- PAC (Programme d'Aménagement Côtier) « Zone côtière algéroise», 2004. Gestion intégrée des ressources en eau et assainissement liquide - *DIAGNOSTIC* – Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Juin 2004.
- Remini B., 2005. *La problématique de l'eau en Algérie*. Ben-Aknoun, Alger : Office des Publications Universitaires, 09/2005.
- Sraïri M.T., Touzani I., Le Gal P.-Y., Kuper M., 2007. Valorisation de l'eau d'irrigation par l'élevage bovin laitier dans le périmètre du Tadla, Maroc. In Kuper M., Zaïri A., 2008. *Economies d'eau en systèmes irrigués au Maghreb. Actes du troisième atelier régional du projet Sirma, Nabeul, Tunisie, 4-7 juin 2007*, Cirad, Montpellier, France.
- Thabet C., Chebil A., Othmane A., 2010. Improving nitrogen and water use efficiency for wheat production in Mediterranean countries: Case of Tunisia. *New Medit*, 9(1): 54-58.
- Treyer S., 2006. *A quelle raréfaction de l'eau faut-il se préparer? Construire une intervention prospective au service de la planification pour les ressources en eau en Tunisie*. Thèse de doctorat ENGREF (AgroParisTech). Humanities and Social Sciences, ENGREF (AgroParisTech), 2006.
- Yessad N., 2016. Contribution à l'analyse de la régulation et de la durabilité de la ressource en eau en Algérie à travers une étude de la tarification de la consommation d'eau à usage industriel et touristique. In *Premier colloque international sur les Comportement des entreprises économiques face aux enjeux du développement durable et de l'équité sociale*, <http://dspace.univ-ouargla.dz/jspui/handle/123456789/10865>.
- Zeggagh A., Thomas A., Ferfera M.Y., 2010. Evaluation économique des performances des services d'eau potable algériens. *Les Cahiers du CREAD*, 92 : 119-152.

Annexe 1

Les mesures de gestion sélectionnées et leurs productions en eau dans le bassin côtier algérois 02a

<i>Mesures</i>	<i>Code</i>	<i>Désignation</i>	<i>Volume produit (Hm³/an)</i>
Réalisation d'un nouveau barrage	BGE	Il s'agit du barrage de Douéra	87
Reconversion de l'irrigation gravitaire et adoption du goutte à goutte pour superficies irriguées créées et 52.100 ha pour la PMH et 26.932 pour les GPI	GàG	L'adoption du goutte à goutte se fera sur une superficie développée de 79.032 ha	253
Transfert de l'eau d'une autre région vers le bassins côtier algérois 02a	TRS	Le transfert de l'eau vers le bassin côtier 02a se fera à partir du barrage Taksebt, Souk Tleta et Djemâa par les conduites de transfert Taksebt Boudouaou	221
Réutilisation des Eaux Usées Epurées et Traitées en agriculture	REUE	Cette option permet une économie d'eau conventionnelle pour l'alimentation en eau potable en réutilisant les eaux usées épurées pour l'agriculture	110
Réhabilitation du réseau des grands périmètres irrigués GPI (26.932 ha)	RGPI	La réhabilitation du réseau des GPI se fera sur une superficie de 26.932 ha	48,85
Réalisation de Grandes stations de dessalement	GSDEM	Les grandes stations de dessalement sont au nombre de 4 : El Hamma, Fouka, Cap Djinet et Oued Sebt	189,80
Réhabilitation du réseau d'AEPI	RAEPI	La réhabilitation du réseau AEP du bassin côtier algérois 02a pour une meilleure efficacité de 85%	243,48
Réalisation de petites stations de dessalement monoblocs	PSDEM	Il s'agit des petites stations de dessalement qui produisent de 2.500 à 5.000 m ³ /j	6,38

Source : Akli, 2015.