

Mohamed Taabni et Moulay-Driss El Jihad

Eau et changement climatique au Maghreb : quelles stratégies d'adaptation ?

Avertissement

Le contenu de ce site relève de la législation française sur la propriété intellectuelle et est la propriété exclusive de l'éditeur.

Les œuvres figurant sur ce site peuvent être consultées et reproduites sur un support papier ou numérique sous réserve qu'elles soient strictement réservées à un usage soit personnel, soit scientifique ou pédagogique excluant toute exploitation commerciale. La reproduction devra obligatoirement mentionner l'éditeur, le nom de la revue, l'auteur et la référence du document.

Toute autre reproduction est interdite sauf accord préalable de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France.

revues.org

Revues.org est un portail de revues en sciences humaines et sociales développé par le Cléo, Centre pour l'édition électronique ouverte (CNRS, EHESS, UP, UAPV).

Référence électronique

Mohamed Taabni et Moulay-Driss El Jihad, « Eau et changement climatique au Maghreb : quelles stratégies d'adaptation ? », *Les Cahiers d'Outre-Mer* [En ligne], 260 | Octobre-Décembre 2012, mis en ligne le 01 octobre 2015, consulté le 06 mai 2013. URL : <http://com.revues.org/6718> ; DOI : 10.4000/com.6718

Éditeur : Presses universitaires de Bordeaux

<http://com.revues.org>

<http://www.revues.org>

Document accessible en ligne sur : <http://com.revues.org/6718>

Ce document est le fac-similé de l'édition papier.

Cet article a été téléchargé sur le portail Cairn (<http://www.cairn.info>).



Distribution électronique Cairn pour Presses universitaires de Bordeaux et pour Revues.org (Centre pour l'édition électronique ouverte)

© Tous droits réservés



Eau et changement climatique au Maghreb : quelles stratégies d'adaptation ?

Mohamed TAABNI¹ et Moulay-Driss EL JIHAD²

Dans un contexte de crise alimentaire mondiale et de changement climatique, la question de l'eau revêt un intérêt crucial pour les activités et l'environnement humains. À l'image de la région méditerranéenne, le Maghreb (Maroc, Algérie, Tunisie), vaste espace de 3 254 000 km², est écologiquement vulnérable. L'environnement y est déjà dégradé au point de pénaliser le bien-être des populations et le développement économique. L'accroissement démographique et le changement climatique au cours de ce siècle risqueraient encore d'aggraver la situation. Si les projections démographiques sont assez faciles à établir, celles du changement climatique demeurent largement incertaines pour des raisons qui tiennent à l'insuffisance des données climatologiques, aussi bien en quantité qu'en qualité.

Toutefois, de nombreuses projections climatiques élaborées pour l'Europe méridionale indiquent une hausse des températures et une baisse des précipitations. Les pays du Maghreb vont en subir les effets, proximité géographique oblige. Ce changement serait même plus accentué qu'ailleurs en raison du voisinage du Sahara au climat hyperaride. Désormais, cette évolution climatique à venir constitue une préoccupation majeure pour les États maghrébins.

Cette étude présente l'état des lieux sur l'évolution attendue du climat au Maghreb et sur ses conséquences possibles sur l'avenir des ressources en eau. Elle interroge aussi bien les éléments du changement climatique que les besoins de stratégies d'adaptation qui seraient à même de limiter les impacts de ces changements sur les ressources en eau de la région. Ces impacts et leurs

1. Maître de Conférences, Laboratoire RURALITES, Université de Poitiers ; mél : mohamed.taabni@univ-poitiers.fr

2. Docteur en géographie, Laboratoire RURALITES, Université de Poitiers ; mél : d.eljihad@yahoo.fr

ampleurs sont de plus en plus discutés dans les réunions multilatérales au plus haut niveau. Les pays du Maghreb peuvent ainsi solliciter l'aide financière et l'expertise scientifique internationales en ce domaine.

I – Des pays souffrant de la pénurie d'eau

Bordiers de la Méditerranée et du désert le plus chaud du monde, les pays du Maghreb ne bénéficient du climat méditerranéen subhumide que sur une étroite frange littorale alors que les deux-tiers de leurs territoires sont exposés aux climats semi-aride et aride. Cette situation influe sur les précipitations qui sont marquées par leurs fortes variabilités spatio-temporelles. Par ailleurs, la pénurie d'eau s'intensifie sous l'effet de la poussée démographique, de l'urbanisation accélérée et du développement économique, notamment dans le domaine agricole.

1 – Des précipitations largement absorbées par une évapotranspiration intense

Au Maghreb, les volumes moyens des précipitations sont estimés à 357 km³/an, soit une lame d'eau de 110 mm. La faiblesse de cette lame s'explique par l'aridité climatique plus ou moins marquée selon les régions. L'évapotranspiration réelle, considérable, prélève environ 88 % des précipitations. Ces dernières, concentrées sur la saison froide (80 %), affectent essentiellement la frange littorale algéro-tunisienne et les montagnes de l'Atlas marocain (fig. 1).

Les sécheresses pluriannuelles posent un problème crucial pour l'économie des pays maghrébins. Elles sont de plus en plus longues et rapprochées dans le temps (Stockton, 1988 ; Mutin, 2011). Les eaux de surface, en particulier, sont largement dépendantes de la variabilité des précipitations. En Tunisie, la disponibilité moyenne en eau de surface, qui est de l'ordre de 2 700 hm³/an, chute à 2 230 hm³/an une année sur deux, et à 1 250 hm³/an une année sur dix (Tunisie. Ministère de l'environnement, 2001). À l'échelle du Maghreb, les ressources renouvelables sont de l'ordre de 43 km³ dont plus de 73 % sont représentés par les eaux de surface (tabl. 1).

2 – Des indices d'exploitation de plus en plus élevés

La dotation en eau renouvelable par habitant maghrébin est de 548 m³/hab./an en 2010. Ce volume se situe très en dessous du seuil théorique de pénurie fixé par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) à 1 000 m³/hab./an, y compris pour le Maroc, pays du Maghreb le mieux doté en ressources superficielles. Cette faible dotation revêt une signification trompeuse dans la

mesure où elle renvoie aux ressources renouvelables qui ne sont cependant pas toutes mobilisables. À l'échelle du Maghreb, les eaux mobilisables (techniquement et économiquement maîtrisables) représentent moins de 75 % (32 km³/an) du potentiel renouvelable, alors que les volumes régularisables (garantis à l'utilisation compte tenu du caractère aléatoire des précipitations) tombent à moins de 62 % (26,50 km³/an) du potentiel renouvelable. Ce volume rapporté à la population maghrébine abaisse la dotation à 340 m³/hab./an. Avec l'accroissement de la population, cette dotation tomberait à moins de 290 m³/hab./an à l'horizon 2030. La situation, déjà critique de l'Algérie, empirerait (en l'absence de ressources alternatives non conventionnelles) car la dotation ne serait plus que de l'ordre de 180 m³/hab./an.

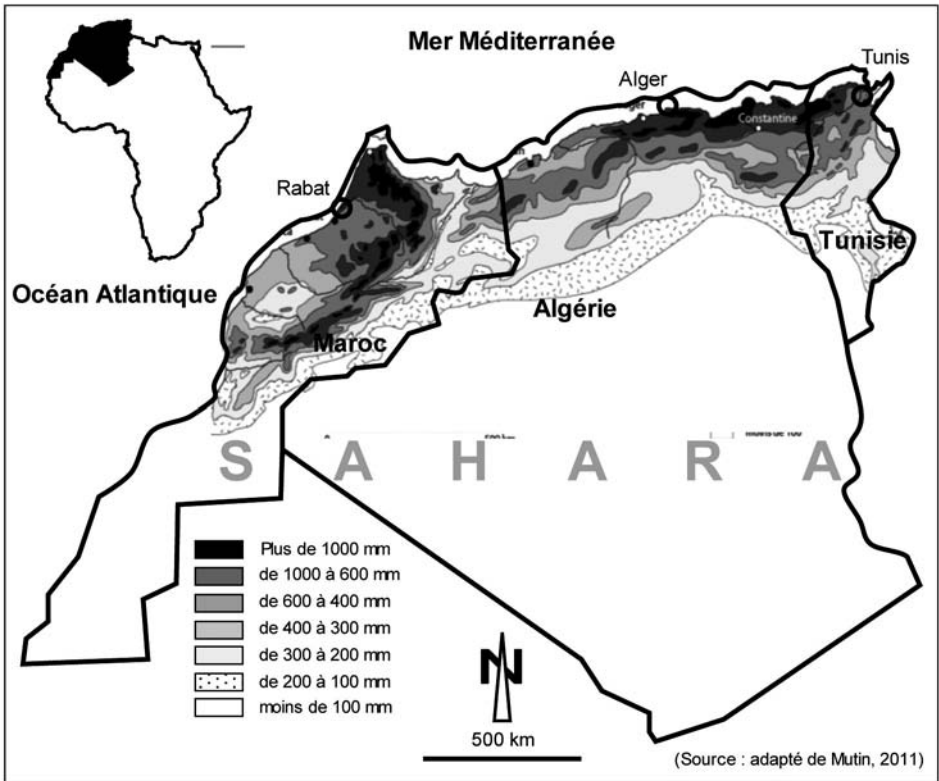


Figure 1 – Les précipitations moyennes annuelles (1960-2010)

	P	ETR	ER/ surface	ER/ souterraines
Maroc	135,00	111,00	18,00	6,00
Algérie	190,00	175,00	11,00	4,00
Tunisie	32,00	28,00	2,50	1,50
Total	357,00	314,00	31,50	11,50

(Source : Mutin, 2011 ; FAO, 2010 ; modifié par les auteurs)

P : Précipitations ; ETR : Évapotranspiration réelle ; ER/surface : Eaux renouvelables de surface ; ER/souterraines : Eaux renouvelables souterraines.

**Tableau 1 - Bilan et potentiel en eau renouvelable en km³/an
(moyenne 1981-2010)**

Au Maghreb, les tensions autour de l'usage de l'eau ont lieu plus souvent à l'intérieur des pays plutôt qu'entre pays dans la mesure où les ressources de surface partagées sont très faibles. En effet, le bassin de la Medjerda est à 70 % intégré au territoire tunisien où se situent ses principales sources d'alimentation. L'amont situé en Algérie ne lui apporte que 100 hm³/an, soit moins de 10 % de son écoulement total. Les bassins versants présahariens que le Maroc partage avec l'Algérie (Guir, Daoura et Draa) apportent à celle-ci moins de 200 hm³/an, sous forme de crues qui sont largement absorbées par les sables et l'évaporation.

Concernant les ressources souterraines, l'Algérie et la Tunisie se distinguent du Maroc par l'importance des aquifères sahariens. Ces ressources sont quasiment non renouvelables (fossiles), mais encore faiblement exploitées à ce jour. Des études ont montré que les réserves de ces aquifères sont estimées à 60 000 km³, dont 40 000 km³ dans le sous-sol algérien. Leur exploitation actuelle, à hauteur de 1,7 et de 0,7 km³/an, respectivement pour l'Algérie et la Tunisie, sert principalement à l'irrigation de quelque 200 000 ha et 50 000 ha dans leurs déserts respectifs, consacrés notamment à la céréaliculture irriguée par pivot. Les villes sahariennes en Algérie sont également approvisionnées en eau à partir de ces nappes. Les coûts d'exploitation en matière d'exhaure et de traitement des eaux sont très élevés et l'évaporation intense entraîne des dotations qui peuvent atteindre 1 000 m³/ha/an (Mutin, 2011).

Bien qu'ils soient d'inégale importance, les potentiels en eau des trois pays du Maghreb sont généralement faibles et sujets à une variabilité temporelle et spatiale. L'indice d'exploitation des eaux régularisables, qui est de 85 % en moyenne, oscille entre 75 et 90 % respectivement pour l'Algérie et la Tunisie. Les bilans régionaux ressources/besoins sont déséquilibrés, nécessitant des transferts d'eau interbassins de plus en plus longs. Ces principaux handicaps s'aggraveront en raison aussi bien de la croissance de la demande en eau que des effets attendus du changement climatique.

II – Une aggravation attendue du déficit hydrique par le changement climatique

Les résultats des rapports du Groupe Intergouvernemental d'experts sur l'Évolution du Climat (GIEC-IPCC, 2008) éliminent très largement les incertitudes concernant les causes du changement climatique et leurs conséquences potentielles. Les travaux ont montré le poids du vecteur anthropique dans la hausse de la température moyenne mondiale et la rapidité du réchauffement. Ce réchauffement devrait globalement accroître les déficits hydriques.

1 – Une hausse significative des températures

L'évolution du climat au XX^e siècle montre que le réchauffement de près de 2 °C qu'a connu l'Europe méridionale est également perceptible au Maghreb, même s'il est plus difficilement quantifiable du fait d'un réseau d'observations moins complet. Ce réchauffement est plus important que la moyenne planétaire qui est de l'ordre de 0,7 à 0,8 °C. À l'horizon 2100,

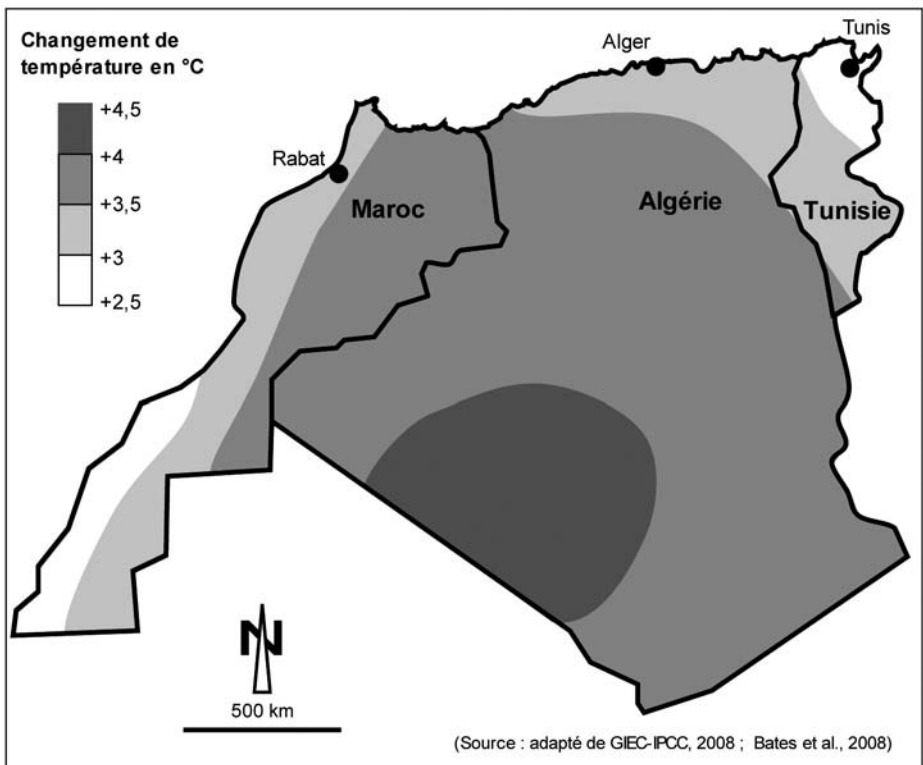


Figure 2 – Le changement des températures annuelles à l'horizon 2080/2099 par rapport à 1980/1999 (moyenne de 21 modèles)

les spécialistes prévoient un réchauffement de 2,5 à 4,5 °C pour les pays du Maghreb par rapport aux températures enregistrées à la fin du XX^e siècle. Du fait de la vaste composante saharienne de son territoire, l'Algérie serait le pays le plus affecté, puisque plus de 90 % de son territoire connaîtrait une hausse comprise entre 3,5 et 4,5 °C (fig. 2). La fréquence des sécheresses augmenterait considérablement, notamment les vagues estivales de chaleur qui seraient 10 fois plus fréquentes à la fin du XXI^e siècle (GIEC-IPCC, 2008).

Les impacts seront d'autant plus marqués qu'on se situe dans des zones climatiques déjà marginales en termes de ressources en eau et de potentialités agricoles. Le changement climatique et la dynamique démographique au Maghreb devraient accentuer la pression sur les eaux et la dégradation des milieux par la surexploitation des ressources (érosions éolienne et hydrique des sols).

Les changements thermiques engendreraient des modifications des bilans énergétiques observés à la surface de la Terre, de la circulation atmosphérique des masses d'air et, par conséquent, du cycle de l'eau selon les régions.

2 – Des baisses importantes des ressources en eau disponibles

Les précipitations, qui ont diminué de 20 % dans certaines régions d'Europe du Sud durant le XX^e siècle, ont également enregistré une baisse du même ordre dans plusieurs pays de l'Afrique du Nord. Les prévisions pour le XXI^e siècle indiquent une baisse pouvant atteindre 30 %, voire davantage comme c'est le cas pour la région située au sud de Rabat (fig. 3). Cette baisse projetée des précipitations se répercuterait, notamment avec la hausse des températures, sur le ruissellement dont la diminution significative (de 20 à plus de 40 %) concerne le nord du Maghreb où se concentrent populations et grandes plaines fertiles (fig. 4). Les estimations moyennes par pays prévoient des baisses du ruissellement allant de 20 % en Algérie et en Tunisie à 25 % au Maroc (GIEC-IPCC, 2008 ; Mostefa-Kara, 2008).

Suivant l'intensité du réchauffement et le rythme de la croissance démographique, des dizaines de millions de Maghrébins seraient concernés par le risque de pénurie d'eau et ses corollaires. Le choc de ces changements serait plus grave pour les populations pauvres aussi bien rurales qu'urbaines. Dans le domaine agricole, les déficits hydriques annoncés se traduiraient par une perturbation de la durée des cycles végétatifs et l'augmentation de la demande en eau de nombreuses cultures (GIEC-IPCC, 2008 ; Brauch, 2007 ; Maracchi et al., 2005 ; Agoumi, 2003 ; Fischer et al., 2005).

Les pressions anthropiques exercées sur les écosystèmes maghrébins amplifient l'érosion des terres et, par conséquent, l'envasement accéléré des

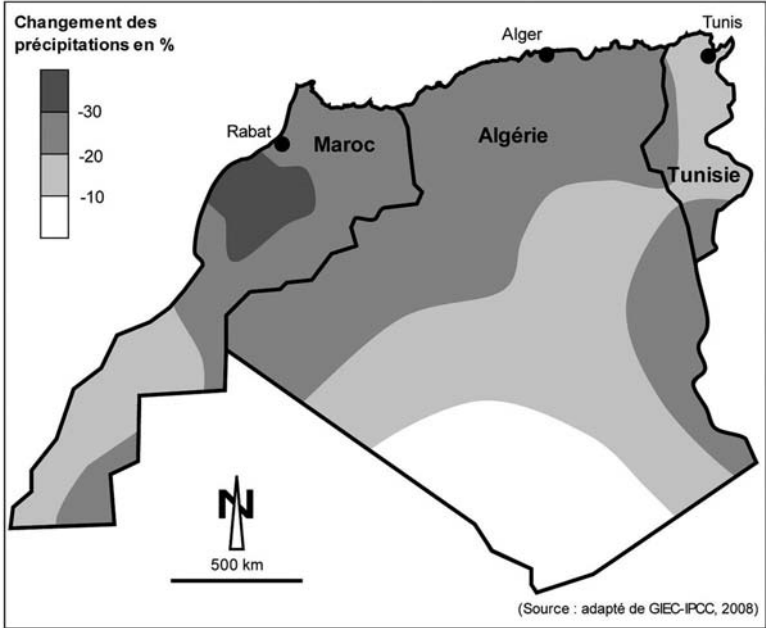


Figure 3 – Le changement des précipitations annuelles à l'horizon 2080/2099 par rapport à 1980/1999 (moyenne de 21 modèles)

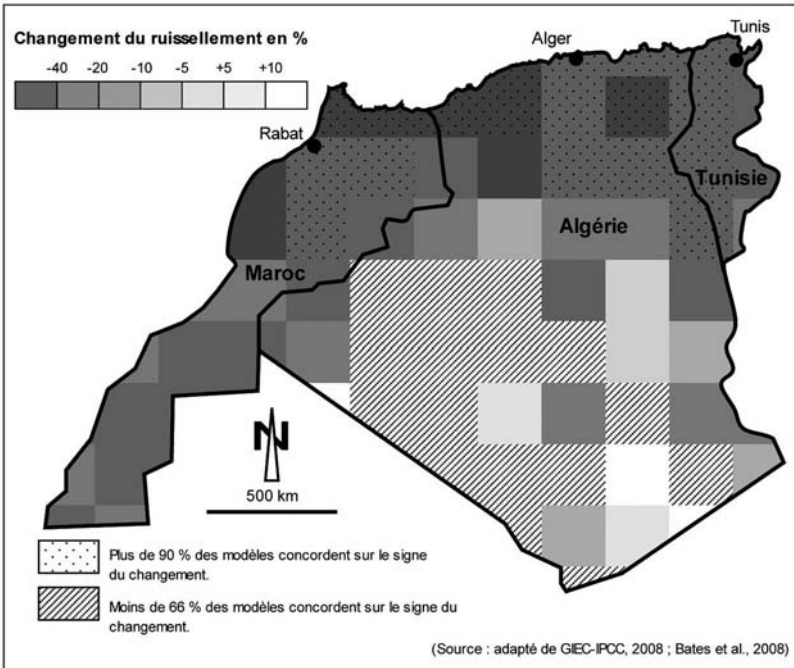


Figure 4 – Le changement du ruissellement annuel pour la décennie 2090/2099 par rapport à 1980/1999

barrages. Ce phénomène entraîne, en moyenne annuelle, une perte de 133 hm³ de capacité de stockage des barrages, soit un potentiel en eau d'irrigation de 16 500 ha/an. À l'horizon 2030, cette superficie atteindrait 124 000 ha/an pour une capacité perdue des barrages de 310 hm³/an (tabl. 2). À la lumière de ces menaces, des efforts sont déployés par les décideurs pour développer des ressources alternatives afin d'augmenter le potentiel exploitable en eau.

	2010		2030	
	Capacité perdue des barrages (hm ³ /an)	Potentiel perdu en eau d'irrigation (ha/an)	Capacité perdue des barrages (hm ³ /an)	Potentiel perdu en eau d'irrigation (ha/an)
Maroc	60	7 500	150	60 000
Algérie	40	5 000	90	36 000
Tunisie	33	4 000	70	28 000
Total	133	16 500	310	124 000

(Source : Lahlou, 1996 ; Remini et Remini, 2003 et calculs des auteurs)

Tableau 2 - Envasement des barrages et ses conséquences en 2010 et à l'horizon 2030

III – Les stratégies d'adaptation en vue de réduire le risque de pénurie d'eau lié au changement climatique

Bien avant la médiatisation des conséquences du changement climatique, les pays du Maghreb ont mis en place des orientations stratégiques pour augmenter l'offre en eau grâce à une politique de mobilisation hydraulique, notamment par les barrages et les forages. Au cours de ces cinquante dernières années, les volumes régularisés (proches des volumes prélevés) ont doublé pour atteindre plus de 22,50 km³ en 2010. Ces volumes se sont avérés cependant insuffisants face à la montée des besoins en eau.

Dans cette perspective, les communications nationales des pays maghrébins à la « Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques » donnent un bon aperçu de la vision stratégique qui anime les décideurs maghrébins (Algérie, Maroc, Tunisie. Ministère de l'environnement 2001, 2009, 2010). Par leur engagement dans les instances internationales et la mise en place des « Comités nationaux sur les Changements Climatiques », les décideurs et les scientifiques maghrébins sont à la recherche d'éléments clés afin de réorienter leurs politiques de gestion des eaux, vers une approche plus économique qui valorise l'usage des eaux à travers la régulation tarifaire

de l'eau, l'incitation aux techniques d'irrigation économes en eau et enfin le développement de ressources en eau non conventionnelles.

1 – Vers la généralisation des techniques d'irrigation économes en eau

Avec la raréfaction de l'eau, la concurrence entre les divers usages s'accroît d'autant plus que les besoins pour l'irrigation augmentent. Ceux-ci sont majoritaires dans tous les pays, mais l'Algérie se distingue par une proportion assez faible (63 %) comparée à celles du Maroc (86 %) et de la Tunisie (80 %). Pour réduire cette pression agricole sur les ressources en eau, les techniques d'irrigation économes en eau tendent à se généraliser.

a – Vers l'amélioration des performances de l'irrigation

Les superficies irriguées au Maghreb sont estimées à près de 12 % (2,7 millions ha) des terres cultivées. Les chiffres officiels sont approximatifs en raison du caractère aléatoire des précipitations et, partant, de la ressource en eau disponible. Le Maroc détient près de 56 % des terres irriguées du Maghreb. L'Algérie et la Tunisie possèdent respectivement deux fois et trois fois moins de terres irriguées que le Maroc (tabl. 3).

Au Maghreb, les régions « productrices » en eau et les régions « consommatrices » sont assez éloignées les unes des autres. Pour pallier cette situation, des transferts importants sont effectués, mais exposent les eaux à une déperdition importante. Il en est de même dans les zones d'utilisation, 50 à 60 % des eaux se perdent en raison de canaux d'amenée mal entretenus et de la pratique de l'irrigation gravitaire, notamment au Maroc (fig. 5).

	Surface agricole utile	Superficie irriguée	GH*	PMH**	Superficie irriguée totale en 2030
Maroc	9 900	1 500	660	840	1 650
Algérie	8 500	700	150	550	1 050
Tunisie	5 200	500	250	250	800
Total	23 600	2 700	1 110	1 590	3 500

(Source : Mutin, 2011 ; FAO, 2010 ; modifié par les auteurs)

* : Grande hydraulique.

** : Petite et moyenne hydrauliques (y compris l'irrigation d'épandage de crues).

Tableau 3 - Les superficies irriguées en 2010 et à l'horizon 2030 (en milliers d'hectares)

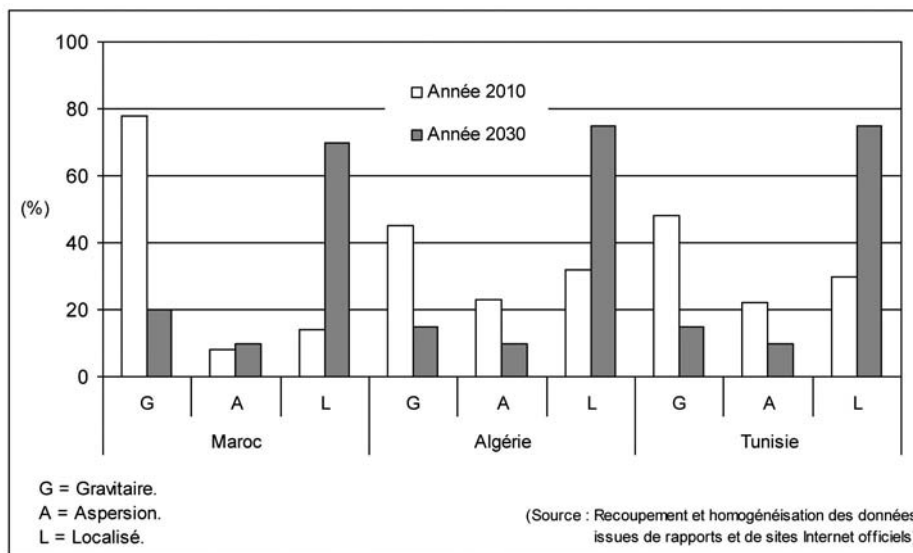


Figure 5 - Modes d'irrigation en 2010 et leurs évolutions attendues à l'horizon 2030

Pour leur sécurité alimentaire, les pays maghrébins sont conduits à multiplier les superficies irriguées. Celles-ci atteindraient 3,5 millions ha à l'horizon 2030, soit une augmentation de près de 30 % par rapport à la situation actuelle. La fourniture d'eau pour ces extensions est incertaine au Maroc et en Tunisie car la majorité de leurs ressources en eau est déjà mobilisée. En Algérie, la maîtrise accrue du ruissellement rencontre des contraintes techniques ou économiques qui rendent compte du faible volume régularisé. La création de retenues ne peut se faire qu'à un coût de plus en plus élevé, non seulement parce que les meilleurs sites de barrages ont déjà été utilisés, mais aussi parce que ces barrages entraînent des coûts sociaux et environnementaux importants, notamment le déplacement des populations, l'envoyage des terres fertiles et l'envasement des retenues.

Pour faire face à tous ces défis, les politiques de gestion des eaux s'orientent vers la maîtrise de la demande et la lutte contre le gaspillage. Par conséquent, les pays du Maghreb développent, depuis une décennie et à des degrés différents, des projets utilisant les techniques d'irrigation plus performantes en aidant les agriculteurs par des subventions et des primes incitatives. L'objectif affiché est d'atteindre 80 % environ des terres irriguées à l'horizon 2030. Les techniques d'irrigation économes en eau permettent de développer la production agricole tout en diminuant la consommation en eau et l'érosion des sols. Le gain oscille entre 40 et 60 % par rapport à l'irrigation gravitaire. Au Maroc, le coût de l'eau économisée avec l'adoption de l'irrigation localisée est inférieur de 30 % par

rapport à celui du développement traditionnel de nouvelles ressources en eau (Blinda, 2009).

Depuis l'introduction des techniques d'irrigation modernes à la fin des années 1980, plus du tiers des terres irriguées est équipé. L'irrigation localisée se développe de plus en plus par rapport à l'aspersion dans toutes les régions. En Algérie et en Tunisie, l'aspersion est assez développée (exemple de l'irrigation par pivots dans le désert algérien). Toutefois, le rythme moyen d'exécution des programmes d'irrigation innovants est resté faible. Au Maroc, on enregistre seulement 4 000 ha/an au lieu des 10 000 ha/an programmés, faute des fonds nécessaires. Par ailleurs, certains périmètres, déjà équipés, se trouvent en état de dégradation continu faute de suivi et de formation des irrigants aux nouvelles techniques.

b - L'irrigation dans la gestion sociale de la pénurie d'eau

Dans un contexte socio-économique fragile, les tentatives d'adaptation au changement climatique sont difficiles. Le risque est d'augmenter la vulnérabilité hydrique au lieu de la réduire, voire de la transférer d'un secteur à l'autre, à l'image de l'exode rural qui déplace la problématique de l'eau potable des campagnes vers les villes. Il en est de même de la gestion peu rigoureuse des infrastructures d'irrigation qui engendre d'importantes déperditions (jusqu'à 50 % des eaux utilisées).

Les bailleurs de fonds (Banque mondiale, Union européenne, Programme des Nations Unies pour l'Environnement, etc.) considèrent que globalement la tarification inadaptée de l'eau d'irrigation n'incite pas à l'économie de cette ressource. En 2007, les gaspillages en eau sont estimés, dans tout le Maghreb, à environ 47 %. Ils sont de 4,5 km³ au Maroc, de 3 km³ en Algérie et de 1 km³ en Tunisie, soit respectivement 32 %, 50 % et 30 % des eaux régularisées (Blinda et Thivet, 2009). Largement préoccupés par la dégradation de leurs ressources en eau, les États maghrébins ont réagi et adopté le principe préleveur/pollueur/payeur dans leurs lois sur l'eau. Cette évolution traduit notamment l'influence des bailleurs de fonds étrangers qui encouragent, par des aides financières, une utilisation plus efficace de l'eau afin d'accroître les possibilités de prise en charge par les usagers des charges d'installation, de fonctionnement et de renouvellement des équipements. Toutefois, soucieux de la stabilité de leurs systèmes politico-sociaux, les États maghrébins tentent de composer avec les exigences des bailleurs de fonds pour éviter tout risque de mal-adaptation en privilégiant, notamment, le choix des stratégies « sans regret », à l'image des techniques d'irrigation économes en eau, permettant d'améliorer la résilience des populations et des économies au changement climatique.

Le prix de l'eau d'irrigation diffère légèrement d'une région à l'autre en fonction de sa disponibilité, mais il ne recouvre que rarement les investissements consentis pour l'acheminer jusqu'aux exploitations agricoles. Dans la plaine de Tadla, le prix de l'eau n'a enregistré qu'une faible progression de 0,0056 dirham/m³/an entre 1969 et 2004 (Jagannathan *et al.*, 2009). Des pertes énormes sont enregistrées en Algérie (plus de 60 %), alors que des améliorations sont constatées au Maroc et en Tunisie (fig. 6). En effet, les pouvoirs publics s'efforcent de revoir les modèles de gestion de l'eau d'irrigation dans un contexte socio-économique fragile et qui risque d'être affecté négativement par les effets d'une approche économique précipitée. À défaut d'augmenter le prix de l'eau d'irrigation pour des considérations socio-économiques, l'approche quantitative s'est avérée efficace en matière de maîtrise de la demande en eau et du changement des comportements des irrigants. Par conséquent, les quantités distribuées ont connu une baisse importante afin d'inciter les irrigants à s'équiper en moyens d'irrigation localisée (goutte à goutte) et à choisir les cultures adaptées au climat régional.

En contrepartie, les services publics abandonnent les plans d'assolement imposés auparavant aux irrigants. Depuis une quinzaine d'années, ces derniers peuvent choisir leurs cultures en prenant en considération la quantité d'eau allouée sur la base des eaux disponibles. Condamnés par la faiblesse des

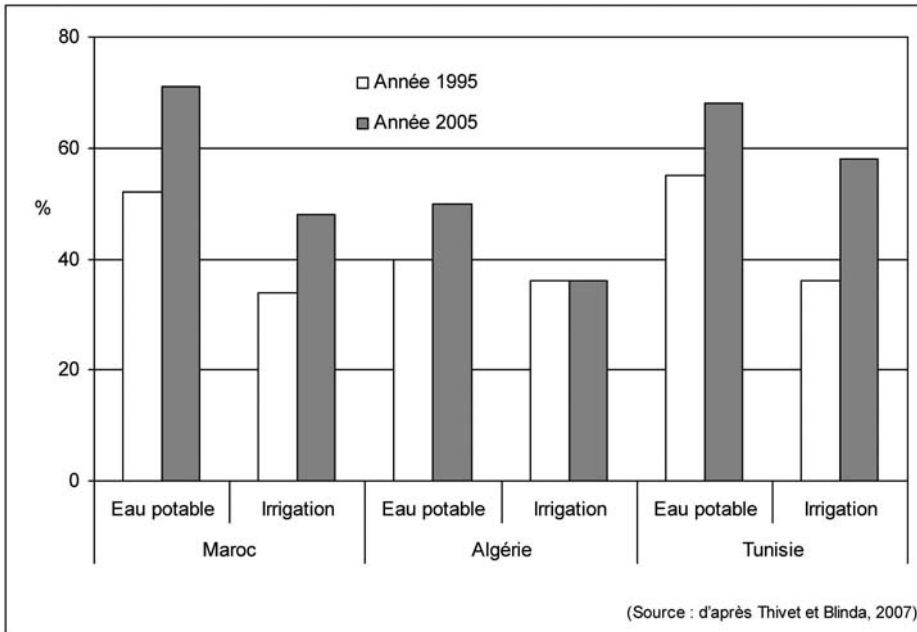


Figure 6 – Évolution des rendements (réseaux et usage) d'eau potable et d'irrigation

dotations à partir des eaux de surface, les irrigants développent donc des pratiques alternatives à l'image des bassins de substitution, difficilement concevables pour les petits irrigants (raisons foncières ou économiques), ou encore des pompages excessifs dans les nappes phréatiques qui pénalisent leur pérennité. Sept à huit km³/an d'eau souterraine renouvelable sont prélevés au Maghreb. La surexploitation de cette ressource, notamment pendant les années sèches, génère la baisse du niveau des nappes. Dans les régions littorales, la salinisation des nappes devrait s'aggraver avec l'élévation attendue du niveau de la mer.

Plus que les eaux souterraines, les eaux de surface interviennent largement dans l'alimentation en eau potable de la majorité des villes maghrébines, d'où la nécessité de les protéger des pollutions, notamment celles issues des rejets d'eaux usées. En effet, le recours au recyclage des eaux usées pourrait devenir plus qu'une nécessité, non seulement pour protéger l'environnement et les populations, mais aussi pour accroître les superficies irriguées.

2 – La hausse des besoins en eau potable pose la question de l'épuration des eaux usées

Les 78 millions de Maghrébins sont urbanisés à près de 63 % et leur consommation en eau potable ainsi que leurs rejets d'eaux usées augmentent d'année en année. Pour les trois pays du Maghreb, c'est le secteur de l'eau potable qui a connu la plus forte amélioration mais à des rythmes cependant très différents d'un pays à l'autre.

a – De l'eau potable pour tous, mais dans quelles conditions ?

Le milieu rural fait figure de parent pauvre en matière d'alimentation en eau potable et encore plus pour l'assainissement, pratiquement absent. Toutefois, les comparaisons sont difficiles à établir entre les trois pays. En dehors du branchement individuel (dont les taux officiels varient de 30 à 50 % selon les pays), la notion d'accessibilité à une « source améliorée » d'eau potable recouvre plusieurs réalités très peu prises en compte dans les statistiques officielles. L'accès à l'eau potable désigne, selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), l'accès à un volume minimal d'eau potable de 25 l/hab./jour à moins de 200 m du domicile. Cette norme n'est pas toujours respectée en raison, notamment, du grand nombre de villages, de leur petite taille, de leur dispersion et de leur éloignement de toute voie de communication.

Au-delà des chiffres des taux d'accès officiels en milieu rural, qui pèchent largement par excès (60 à 80 % selon les pays), la complexité de la distribution

spatiale de la population augmente la difficulté d'assurer une alimentation en eau potable. Cette situation hypothèque le développement de plusieurs campagnes maghrébines et fournit une explication, parmi d'autres, à l'exode rural qui ne fait que déplacer dans les villes le problème de l'eau potable. Par conséquent, les taux de desserte urbaine avancés ne sont pas, non plus, exempts de toute critique. Même dans le cas de l'amélioration du raccordement au réseau d'eau potable (fig. 7), la rareté de la ressource pose la question de la continuité du service et l'égalité de traitement des quartiers. C'est le cas notamment en Algérie. En effet, la desserte en eau ne consiste pas seulement à étendre le réseau, encore faut-il que l'eau soit disponible quotidiennement et de bonne qualité. Les pouvoirs publics ont orienté leurs efforts vers l'extension des réseaux d'eau potable au détriment de l'assainissement pour répondre aux revendications premières des populations. Dans le meilleur des cas, ils s'occupent plus de l'assainissement urbain que de l'épuration des eaux usées au bout des collecteurs du réseau.

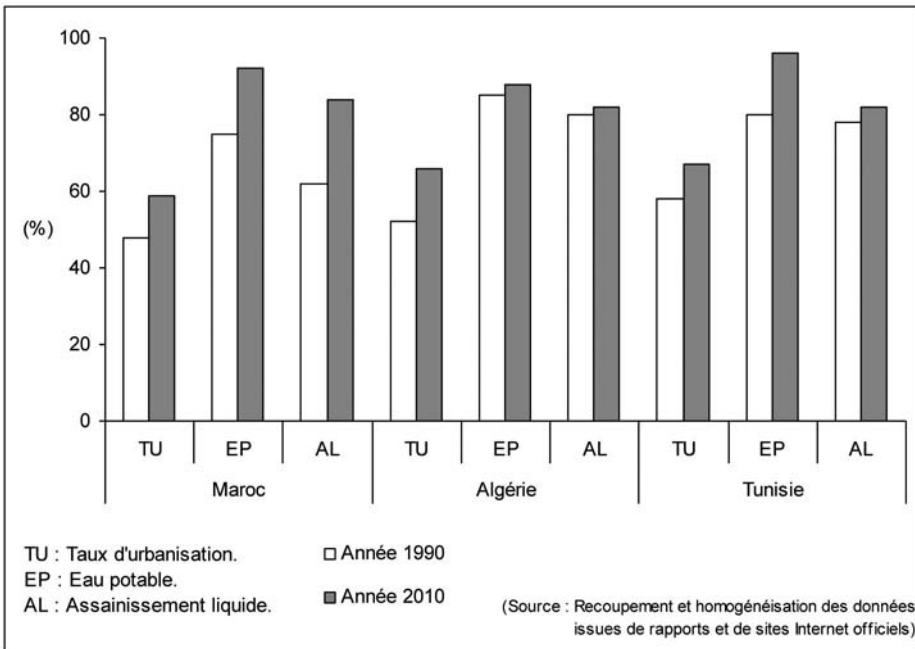


Figure 7 – Évolution du raccordement de la population urbaine aux réseaux d'eau potable et d'assainissement liquide en 1990 et 2010

b – Les eaux usées : un potentiel valorisable

De l'ordre de 2 330 hm³/an actuellement au niveau des trois pays, les rejets d'eaux usées renvoient à des chiffres d'autant plus approximatifs qu'ils sont, souvent, gonflés par les eaux de pluie des toitures et de la voirie. Jusqu'en 2010,

le Maghreb disposait de quelque 200 stations d'épuration (35 % au Maroc, 50 % en Algérie et 15 % en Tunisie) avec une capacité annuelle théorique de 1 125 hm³. Toutefois, l'épuration effective atteint à peine 550 hm³/an. Les taux d'épuration varient de 14 % au Maroc à 39 % en Tunisie des eaux rejetées (fig. 8). Plus coûteuse, l'épuration tertiaire est rare. Elle est souvent de niveau secondaire, voire primaire, acceptable pour l'arrosage des terrains de golf et l'irrigation des arbres fruitiers, des vignobles et des cultures fourragères. En revanche, il est insuffisant si les effluents épurés sont destinés à l'irrigation de certaines productions maraichères ou déversés dans les cours d'eau. La Tunisie est pionnière en matière de la réutilisation des eaux épurées (30 %).

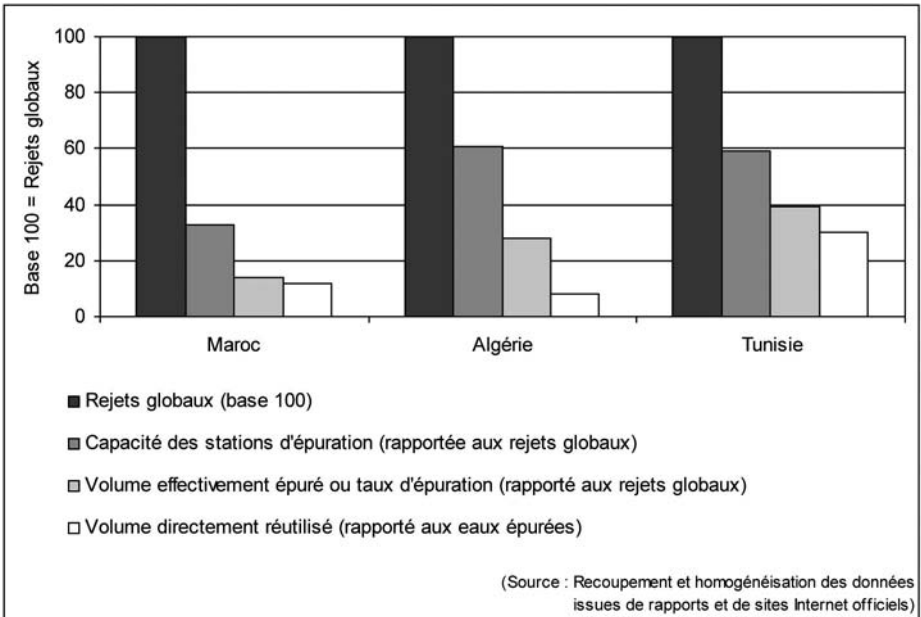


Figure 8 – L'épuration des eaux usées en 2010

Des quantités abondantes d'eaux usées sont donc rejetées dans la nature (cours d'eau, infiltration, perte par évaporation, etc.) sans aucun traitement préalable. Quand elles existent, les stations d'épuration ne sont souvent d'aucun effet sur la qualité des eaux car elles ne sont pas fonctionnelles du fait de leur maintenance insuffisante. Au Maroc, sur les quelque 70 stations existantes, seulement une trentaine est en fonctionnement plus ou moins régulier, soit moins d'une station sur deux. Par conséquent, la pénurie d'eau se double de la dégradation de sa qualité. En 2000, le coût annuel estimé des dommages liés à la dégradation de l'environnement est de l'ordre de 2,7 % du Produit Intérieur Brut (PIB) pour la Tunisie, alors qu'il est de l'ordre de 4,4 et 4,9 % du PIB respectivement pour le Maroc et l'Algérie. La dégradation hydrique y

occupe une part importante. Au Maroc, elle est de 1,23 % du PIB, soit près de 28 % du coût total lié à la dégradation de l'environnement (Banque mondiale, 2003 ; Plan Bleu, 2008).

La construction des stations d'épuration a longtemps été qualifiée de non prioritaire. Ce n'est que récemment que les États maghrébins se sont préoccupés d'assainissement liquide. Ce secteur a connu une transformation majeure avec la création récente des Offices d'assainissement ou la requalification de leurs compétences. Au Maroc, c'est l'Office National de l'Eau Potable (ONEP) qui en a la compétence depuis 2000. Cet établissement est chargé, depuis sa création en 1972, du secteur de l'eau potable sur l'ensemble du territoire. En Algérie et en Tunisie, les Offices Nationaux d'Assainissement (ONA en Algérie, créé en 2001 ; ONAS en Tunisie, créé en 1974) sont indépendants de la filière de la production et de la distribution de l'eau potable. Celle-ci se trouve, respectivement, aux mains de l'Algérienne Des Eaux (ADE, créée en 2001) et de la Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux (SONEDE, créée en 1968).

Toutefois, en contribuant à l'essor du développement du secteur de l'eau potable, les bailleurs de fonds ne cessaient d'attirer l'attention des pouvoirs publics sur la nécessité d'appréhender le cycle de l'eau dans sa globalité en accordant une attention particulière au devenir des eaux usées. Dans les quartiers non raccordés au tout-à-l'égout, les solutions alternatives autonomes ne sont pas suffisantes au regard des nuisances (mauvaises odeurs, pollution de la nappe, ...) qui sont liées à des malfaçons dans la construction et l'utilisation de puits perdus. Pour améliorer la situation, les bailleurs de fonds incitent à intégrer le recyclage des eaux usées dans les stratégies nationales de développement des ressources en eau. Cette position des organismes de financement a par la suite évolué pour devenir une exigence (conditionnalité) pour l'octroi de fonds dans le secteur de l'eau potable. Cet intérêt pour les eaux usées au regard de leur impact direct sur la santé publique et la sécurité hydrique rend urgent la construction de suffisamment de stations supplémentaires d'épuration et la réhabilitation de celles qui sont à l'arrêt.

c - Quelle adaptation socio-économique pour un accès équitable aux services de l'eau ?

Dans les pays maghrébins, l'augmentation des tarifs de l'eau potable pouvait paraître dérisoire jusqu'aux années 1990. Cet état de choses explique les énormes quantités d'eau perdues dans les réseaux vétustes et qui sont estimées, en 1995, à la moitié des ressources produites. Ces pertes sont largement imputables à la tarification inadaptée de l'eau qui favorise

l'esprit clientéliste et, par conséquent, le laxisme dans les entretiens public et domestique des équipements.

Au Maroc et en Tunisie, des améliorations ont été constatées depuis la fin des années 1990 en raison de la révision permanente de la tarification, de la généralisation des compteurs et de la suppression de la facturation forfaitaire dans les petites villes où interviennent l'ONEP et la SONEDE. Au Maroc, le taux de recouvrement de l'eau potable (eau facturée en dehors des pertes en réseau collectif) est supérieur à 99 %. En plus de la chute des pertes dans les réseaux (fig. 6), l'approche économique constitue une mesure coercitive qui se traduit par une baisse tendancielle des quantités d'eau utilisées, notamment chez les grands consommateurs (classes aisées, industries, bâtiments collectifs, etc.). La disparition progressive des bornes fontaines favorise l'augmentation des taux de raccordement et, par conséquent, une redistribution des volumes économisés, en limitant les coûts de développement et de fonctionnement des réseaux. L'augmentation du prix de l'eau en réseau rend plus attractives les pratiques alternatives hors réseau. Une augmentation significative des prélèvements dans la nappe phréatique a été constatée chez les grands consommateurs (résidentiels, bains maures, industriels, etc.) dans plusieurs villes importantes (Casablanca, Sfax, etc.). Certains industriels se tournent même vers le recyclage interne des eaux résiduelles (Fernandez et Mouliérac, 2010).

En Algérie, la généralisation des compteurs ne se traduisait pas souvent par l'acquittement de la facture d'eau par tous les usagers. Cet aspect était en outre aggravé par l'éclatement de la gestion de l'eau potable (production et distribution) entre une trentaine d'entreprises locales qui coiffaient des centaines de régies communales (plus de 900). La mise en place de l'ADE en 2001 a mis fin à cette dispersion des structures. Depuis, des mesures de revalorisation du prix de l'eau ont été prises. Toutefois, les difficultés à rattraper le retard, depuis une décennie, expliquent le faible rendement des réseaux, qui n'est que de 50 % en 2005 (fig. 6).

Actuellement, l'approche économique de la gestion de l'eau est reconnue comme le meilleur moyen pour sensibiliser la population aux économies dans les villes. Cette approche a été renforcée, depuis la fin des années 1990, par la concession de la distribution de l'eau des grandes métropoles à des firmes multinationales spécialisées. Celles-ci pratiquent des prix plus chers (de 30 % en moyenne) que ceux des sociétés parapubliques de production et de distribution de l'eau potable. Ces dernières maintiennent leur équilibre financier par une politique de péréquation territoriale des tarifs permettant la solidarité entre les gros et les petits consommateurs, entre les espaces urbains et ruraux ou encore entre les régions déficitaires et excédentaires.

Cette politique, qui vise à éviter les risques de tensions sociales, se traduit notamment par la tarification progressive (fig. 9A). L'écart important entre les tranches extrêmes est favorable à la généralisation de l'accès à l'eau des populations pauvres tout en pénalisant le gaspillage. En effet, les deux premières tranches, dites sociales, sont subventionnées grâce aux bénéfices réalisés sur les tranches supérieures. Ces bénéfices financent les coûts de mobilisation et de traitement des eaux de surface.

Après l'eau potable, la tarification progressive a été également appliquée à l'assainissement. Cette redevance est intégrée à la facture d'eau, suivant les tranches d'eau consommée. Comparé à celui du Maroc et de l'Algérie, l'écart entre les tranches extrêmes est très élevé en Tunisie (fig. 9B). Les pouvoirs publics ont instauré cette tarification souvent avant même qu'un système d'assainissement existe ou ait été installé. En fait, cette anticipation est une condition posée par les bailleurs de fonds étrangers afin de mobiliser une partie du financement des programmes d'assainissement, au moins pour les villes où l'assainissement requiert une urgence. Le raccordement des populations au réseau d'assainissement rattrape ainsi progressivement celui de l'eau potable. Le taux de raccordement oscille entre 80 et 85 % selon les pays (fig. 7).

L'harmonisation des politiques de gestion de l'eau potable et de l'assainissement a pour but la fusion de leurs services. C'est déjà le cas au Maroc avec l'ONEP. En Tunisie, le projet de fusion de la SONEDE et de l'ONAS est en cours de négociation. Cette nouvelle approche économique du secteur de l'eau potable se traduit par l'augmentation de l'efficacité de distribution de l'eau. Elle a été impulsée par les récentes lois maghrébines sur l'eau, notamment au Maroc (1995) et en Algérie (2005). Elle a contribué à faire sortir la gestion de la distribution de l'eau potable du giron du tout public en développant le partenariat public-privé, notamment la gestion déléguée. Le Maroc a largement initié ce processus depuis la fin des années 1990, notamment pour les grandes villes du pays (Casablanca, Rabat, Tanger et Tétouan), et ce pour une durée pouvant atteindre 30 ans. Actuellement, 30 % de la distribution d'eau potable au Maroc est assuré par des entreprises multinationales telles que *Vivendi Water* et *Suez Environnement*. Cette gestion s'étend, pour certaines villes aux services d'assainissement et de distribution d'électricité. En Algérie, les multinationales sont progressivement impliquées dans la gestion de l'eau potable dans les grandes villes (Alger, Oran, Annaba, Constantine...) qui seraient, partiellement, approvisionnées par le dessalement de l'eau de mer.

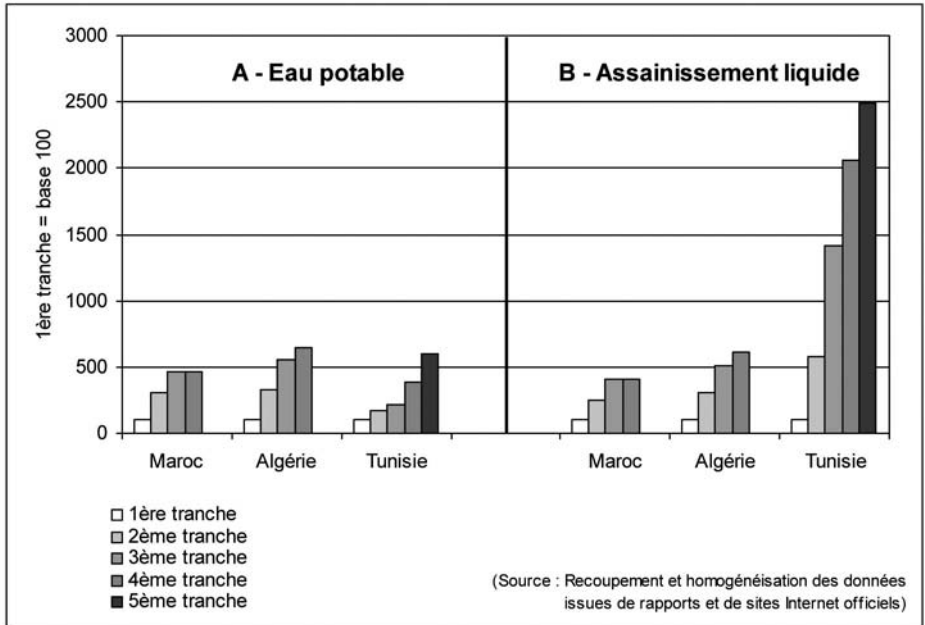


Figure 9 – Tarification de l’eau potable (A) et de l’assainissement liquide (B) en 2005 suivant les tranches de consommation d’eau potable, variables d’un pays à l’autre (usage domestique)

3 – Le dessalement de l’eau : une nécessité pour l’eau potable

Compte tenu de l’accroissement rapide de la demande en eau agricole, industrielle et touristique, le dessalement de l’eau de mer est devenu indispensable pour sécuriser l’approvisionnement, notamment, des villes côtières en pleine croissance depuis un demi-siècle. Plus des trois-quarts de la population maghrébine (près de 59 millions d’habitants) vivent à moins de 100 km de la mer, soit la distance maximale acceptable pour le transfert d’eau dessalée. L’accroissement des besoins en eau futurs de ces villes risque d’épuiser les ressources en eau conventionnelle et d’imposer le dessalement de l’eau de mer.

a – L’eau de mer : un gisement inépuisable

Au Maghreb, le dessalement de l’eau de mer ou d’eau saumâtre souterraine a débuté pour la production d’eau potable dans des situations d’isolement désertique. À ce jour, elle atteint une capacité de près de 0,8 hm³/j dont l’essentiel est produit par une vingtaine de stations qui dépendent largement des énergies classiques. Au Maroc, la première unité de dessalement d’eau de mer a été construite à Tarfaya en 1976 (capacité de 75 m³/j). Par la suite,

plusieurs unités de dessalement ont vu le jour, dont la plus grande est celle installée à Laayoune pour une capacité de 13 000 m³/j (en cours d'extension). La capacité de production du pays est, actuellement, de 20 000 m³/j. À l'horizon 2030, elle sera multipliée par 6 à 8 en fonction de l'évolution des ressources conventionnelles. Les plus importantes stations seront construites à Agadir et au complexe industriel de Jorf-Lasfar (100 km au sud de Casablanca).

Sur le littoral méridional tunisien, c'est surtout le dessalement d'eau saumâtre qui a été pratiqué depuis les années 1980. La capacité de production, qui s'élève actuellement à plus de 100 000 m³/j, sera multipliée par 5 à 6 à l'horizon 2030. Que ce soit au Maroc ou en Tunisie, le coût, encore élevé, du dessalement de l'eau de mer limite son utilisation actuelle aux villes des zones désertiques proches du littoral. Pour d'autres zones, le dessalement s'imposera lorsque les eaux conventionnelles seront insuffisantes. C'est déjà le cas pour la bande littorale algérienne depuis plus d'une décennie, notamment dans les villes et les complexes pétrochimiques de l'Oranie et ses alentours (Oran, Mostaganem, Tlemcen, Arzew, etc.). La multiplication des projets de dessalement sur le littoral méditerranéen vise à réorienter les eaux des barrages vers les Hauts Plateaux. Premier pays maghrébin en dessalement avec plus de 600 000 m³/j produits dans une douzaine de stations importantes, l'Algérie pourrait atteindre une capacité de production de 2,6 hm³/j à l'horizon 2030 (Boyé, 2008 ; Algérie, Ministère de l'Énergie et des Mines, 2010 ; PNUE, 2001).

Comparé au coût d'eau conventionnelle des grands transferts, le coût d'eau dessalée a enregistré une nette régression depuis une dizaine d'années, parallèlement aux avancées technologiques. Le coût du dessalement des eaux saumâtres (investissement initial compris) est actuellement deux à trois fois moins cher que celui de l'eau de mer. Ce dernier, dont le coût est trois à cinq fois plus élevé que celui des eaux de surface, se heurte à d'autres contraintes telles que la gestion des rejets des saumures et, notamment, l'énergie nécessaire au dessalement.

b – Un développement du dessalement tributaire des énergies renouvelables

Dans les pays maghrébins, la consommation d'énergie électrique doublerait, au moins, à l'horizon 2030 par rapport à la consommation actuelle. Cette hausse serait, en partie, due au dessalement de l'eau de mer. Si la raison économique prime pour le Maroc (pays importateur d'énergie), la raison environnementale devrait encourager l'Algérie et la Tunisie (pays exportateurs d'énergie) à se lancer dans la diversification de leurs sources d'énergie (Maroc. Haut Commissariat au Plan, 2008 ; Ghilès, 2008). Le développement des

énergies renouvelables serait, en outre, adapté aux objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Dans ce sens, les pays développés ont lancé une série de Mécanismes de Développement Propre aussi bien pour réduire leurs émissions que pour stabiliser celles des pays en développement. C'est l'objet, particulièrement, des « fonds d'adaptation » et des « crédits carbone » des principaux bailleurs de fonds (Fonds pour l'Environnement Mondial, Banque mondiale, Union européenne, etc.) qui favorisent les programmes de développement économique orientés vers davantage d'utilisation des énergies renouvelables. L'objectif est de réduire, à l'horizon 2030, les émissions de gaz à effet de serre de 10 à 20 % selon les pays.

Le grand potentiel des pays maghrébins en énergie renouvelable, notamment l'énergie solaire, peut servir au dessalement de l'eau. Avec un espace couvert à 70 % par un désert à forte insolation, l'énergie solaire permettrait une production décentralisée d'électricité capable d'alimenter en eau des sites isolés. Une zone située dans le désert algérien (43 % du territoire algérien) pourrait être exploitée pour un rendement solaire inégalable, soit 6 à 7 kwh/m²/jour (fig. 10).

Largement intéressés, les pays européens, la France et l'Allemagne en tête, échafaudent des projets d'acheminement de l'énergie solaire (Desertec, Transgreen, etc.) des rives sud de la Méditerranée vers l'Europe afin de couvrir jusqu'à 15 % de leurs besoins en électricité en 2030. Les pays maghrébins pourraient mettre à contribution l'aide et l'expertise internationales, notamment européennes, pour développer la filière du dessalement de l'eau par l'énergie solaire. Actuellement, les unités de dessalement associées aux énergies renouvelables (solaire et éolienne) sont pour la plupart de petites installations expérimentales dont plusieurs sont localisées en Algérie et en Tunisie.

Face aux problèmes de production à grande échelle d'énergie solaire et de la hausse des prix des énergies fossiles à long terme, l'énergie éolienne semble promise à un bel avenir à court et moyen termes, grâce à des conditions climatiques et géographiques idéales, aussi bien sur les côtes que dans le désert. Si la production hydroélectrique est largement impactée par la faible hydraulité de certaines années, l'énergie éolienne renforce son développement, notamment au Maroc qui fait figure de pionnier au Maghreb. Dans ce pays, environ 40 % des besoins énergétiques seraient satisfaits par les énergies renouvelables, réparties à parts égales entre le solaire, l'éolien et l'hydraulique.

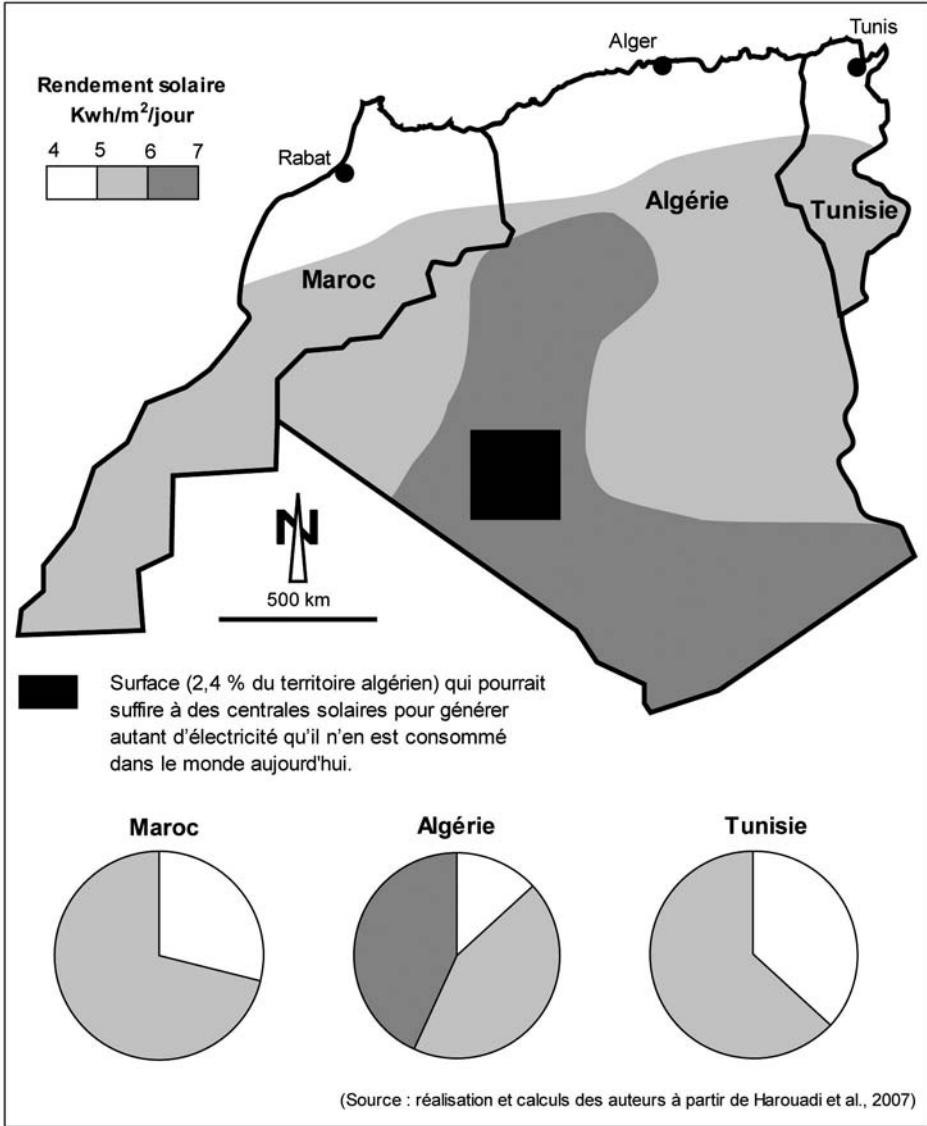


Figure 10 - Distribution spatiale du rendement solaire

*

Au Maghreb, certains effets du changement climatique sur les ressources en eau sont déjà observés. Toutefois, l'élasticité de la ressource en eau fait que certains modèles climatiques élaborés soulèvent encore beaucoup d'incertitudes aussi bien pour les eaux de surface que pour les ressources souterraines renouvelables. En effet, l'ampleur de l'évolution attendue du

climat reste la grande inconnue pour des raisons qui tiennent non seulement à l'absence de données de modélisation de haute résolution, mais aussi à la difficulté à prévoir l'évolution de la dégradation de l'environnement en général et celle des ressources en eau en particulier.

Les États maghrébins ont déjà initié des orientations stratégiques en matière de renforcement des capacités de recherche sur le changement climatique et ses conséquences dans le cadre des précédentes communications nationales à la « Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques ». Si les modèles climatiques élaborés sont encore difficilement appréciables aussi bien aux échelles fines qu'à des échéances précises, ils ont l'avantage d'avoir suscité une bonne prise de conscience des risques à venir chez les décideurs maghrébins. En revanche, la communication sur ces risques est faible en direction de la population.

L'adaptation efficace au changement climatique dépendra de l'engagement et de la coopération entre les pays du Maghreb en matière de la réduction des émissions de gaz à effet de serre ainsi que de l'adoption des mesures « sans regret » qui sont de nature à élargir le champ des solutions à développer en matière des techniques d'irrigation économes en eau, de la réutilisation des eaux usées, du dessalement de l'eau de mer, etc. Tout retard dans la mise en œuvre de ces mesures risque de rendre l'adaptation au changement climatique extrêmement difficile.

Bibliographie

Agoumi A., 2003 - *Vulnérabilité des pays du Maghreb face aux changements climatiques*. Winnipeg: International Institute for Sustainable Development (IISD), 11 p.

Algérie. Ministère de l'Énergie et des Mines, 2010 - *Bilan des Réalisations du Secteur de l'Énergie et des Mines*. Alger : Ministère de l'Énergie et des Mines, 80 p.

Algérie. Ministère de l'Environnement, 2010 - *Seconde communication nationale de l'Algérie sur les changements climatiques à la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques*. Alger : Ministère de l'Environnement, 211 p.

Banque mondiale, Washington, 2003 - *Royaume du Maroc : évaluation du coût de la dégradation de l'environnement*. Washington : Banque mondiale, 41 p. + annexes.

Bates B.-C., Kundzewicz Z.-W., Wu S. et Palutikof J.-P., eds., 2008 - *Le changement climatique et l'eau*. Document technique. Genève : Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC-IPCC), 236 p.

Blinda M., 2009 - *Stratégie méditerranéenne pour le développement durable : efficience d'utilisation de l'eau*. Sophia Antipolis : Plan Bleu, Centre d'activités régionales, Environnement et Développement en Méditerranée, 58 p.

Blinda M. et Thivet G., 2009 - Ressources et demandes en eau en Méditerranée : situation et perspectives. *Sécheresse*, n° 1, p. 9-16.

Boyé H., 2008 - *Eau, énergie, dessalement et changement climatique en Méditerranée*. Sophia Antipolis : Plan Bleu, Centre d'activités régionales, Environnement et Développement en Méditerranée, 35 p.

Brauch H.-G., 2007 - *Impacts prévus des changements climatiques sur la vulnérabilité sécuritaire des centres urbains méditerranéens*. Montpellier: Plan Bleu, Centre d'activités régionales, Environnement et Développement en Méditerranée, 41 p.

Fernandez S. et Mouliérac A., 2010 - *Évaluation économique de la gestion de la demande en eau en Méditerranée*. Sophia Antipolis : Plan Bleu, Centre d'activités régionales, Environnement et Développement en Méditerranée, 44 p.

Fischer G., Shah M., Tubiello N. et Velthuizen H. van, 2005 - Socio-economic and climate change impacts on agriculture: an integrated assessment, 1990-2080. *Philosophical Transactions of the Royal Society* (series B: Biological Sciences), n° 360, p. 2067-2083.

Food and Agriculture Organisation (FAO), Rome, 2010 - *Site Internet d'Aquastat* (Aquastat est le système mondial d'information sur l'eau et l'agriculture de la FAO) : <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/indexfra.stm>.

Ghilès F., 2008 - *L'énergie au Maghreb, Situations et Perspectives*. Washington : Peterson Institute for International Economics, 26 p.

Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC-IPCC), Genève, 2008 – *Bilan 2007 des changements climatiques : synthèse du rapport d'évaluation du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC)*. Genève : Organisation Mondiale de Météorologie (OMM)/Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), 103 p.

Harouadi F., Mahmah B., Belhamel M., Chader S., M'Raoui A. et Etievant C., 2007 - Les potentialités d'exploitation d'hydrogène solaire en Algérie dans un cadre euromaghrébin, partie : Phase d'étude d'opportunité et de faisabilité. *Revue des Energies Renouvelables*, Alger, vol. 10, n° 2, p. 181-190.

Jagannathan H.-V., Shawky Mohamed A. et Kremer A., eds., 2009 - *Water in the Arab World: management perspectives and innovations*. Washington: The World Bank, 554 p.

Lahlou A., 1996 - Environmental and socio-economic impacts of erosion and sedimentation in North Africa. In: *Erosion and Sediment Yield, Global and Regional Perspectives*. Exeter: IAHS publication, n° 236, University of Exeter, p. 491-500.

Maracchi G., Sirotenko O. et Bindi M., 2005 - Impacts of present and future climate variability on agriculture and forestry in the temperate regions: Europe. *Climatic Change*, vol. 70, n° 1-2, p.117-135.

Maroc. Haut Commissariat au Plan, 2008 - *Énergie 2030, quelles options pour le Maroc ?* Rabat : Haut Commissariat au Plan, 81 p.

Maroc. Ministère de l'Environnement, 2001 - *Communication nationale initiale à la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques.* Rabat : Ministère de l'Environnement, 101 p.

Mostefa-Kara K., 2008 - *La menace climatique en Algérie et en Afrique.* Hydra (Algérie) : Editions Dahlab, 384 p.

Mutin G., 2011 - *L'eau dans le monde arabe : menaces, enjeux, conflits.* Paris : Ellipses, 176 p.

Plan Bleu, Sophia Antipolis, 2008 - *Les perspectives du Plan Bleu sur le développement durable en Méditerranée.* Sophia Antipolis : Plan Bleu, Centre d'activités régionales, Environnement et Développement en Méditerranée, 32 p.

Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), Athènes, 2001 - *Dessalement de l'eau de mer dans les pays méditerranéens : évaluation des impacts sur l'environnement et lignes directrices proposées pour la gestion de la saumure.* Athènes : PNUE, 67 p.

Remini W. et Remini B., 2003 - La sédimentation dans les barrages de l'Afrique du Nord. *Larhyss Journal*, Biskra, n° 2, p. 45-54.

Stockton C.-W., 1988 - Current research progress toward understanding drought. In: *Sécheresse, gestion des eaux et production alimentaire.* Mohammédia : Imprimerie Fédala, p. 21-35.

Thivet G. et Blinda M., 2007 - *Améliorer l'efficacité d'utilisation de l'eau pour faire face aux crises et pénuries d'eau en Méditerranée.* Sophia Antipolis : Plan Bleu, Centre d'activités régionales, Environnement et Développement en Méditerranée, 13 p.

Tunisie. Ministère de l'Environnement, 2001- *Communication initiale de la Tunisie à la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques.* Tunis : Ministère de l'Environnement, 211 p.

—, 2009 - *Étude d'élaboration de la seconde communication nationale de la Tunisie au titre de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques.* Tunis : Ministère de l'Environnement, plusieurs rapports.

| Résumé |

Bordiers du Sahara, les pays du Maghreb (Maroc, Algérie, Tunisie) ne bénéficient du climat méditerranéen subhumide que sur une étroite frange littorale. L'accroissement démographique, l'urbanisation accélérée et le développement économique ont considérablement accru les besoins en eau dans un contexte de rareté de la ressource hydrique. Bien avant la question du changement climatique, les États maghrébins ont

largement mobilisé leurs potentiels en eau. Les eaux superficielles et souterraines subissent une pression consécutive à l'augmentation de la demande en eau, entraînant de fortes tensions entre les différents usagers. D'après les modèles climatiques, les effets attendus du changement climatique global sur les ressources en eau indiquent une aggravation de leur vulnérabilité. Pour faire face à cette situation à court et moyen termes, les stratégies développées par les États maghrébins s'articulent, d'abord, autour du recours aux ressources non conventionnelles, notamment le dessalement des eaux et la réutilisation des eaux usées épurées. Ensuite, on peut noter une approche économique qui vise à maîtriser la demande et à lutter contre les pertes des réseaux de distribution d'eau agricole et potable.

MOTS-CLÉS : Maghreb, Algérie, Maroc, Tunisie, ressources en eau, changement climatique, stratégies d'adaptation, irrigation, épuration des eaux usées, dessalement des eaux.

| **Abstract** |

Water and climate change in Maghreb : which strategy of adaptation ?

Maghrebian countries (Morocco, Algeria, Tunisia) are under Mediterranean climate influence only in a restricted coastal plain. Population growth, rapid urbanisation and economic development increase needs of water supply while the resource is rare. In the new context of global warming, Maghrebian countries aspire to protect their water resources and to provide a sustainable answer to water supply and management issues. Water strategy constitutes an efficient tool for achieving water sector development objectives: thus, the modernization of the water sector will facilitate water resources management efforts and reduce water vulnerability in the region.

KEYWORDS : *Maghreb, Algeria, Morocco, Tunisia, water resource, climate change, adaptation strategies, irrigation, wastewater purification, water desalination.*