

# Adaptation du système eau- énergie au changement climatique: Etude nationale - Maroc



## Synthèse



Rapport réalisé sous la direction d'Henri-Luc Thibault, directeur du Plan Bleu (2006-2011), et coordonné par Mohammed Blinda, Chargé de mission eau du Plan Bleu.

### Auteurs

Moulay Hassan Badraoui et Mohamed Berdai (experts nationaux, Maroc).

### Relecture

Sara Fernandez, El Habib El Andaloussi, Audrey Mouliérac et Mohammed Blinda (Plan Bleu).

### Les experts qui ont contribué ou apporté leurs commentaires

M. Eugène Howard (BEI, Luxembourg), M. Arthur Honoré (AFD/Division Environnement et Equipement, France), Professeur Mladen Borsic (Agence croate de l'énergie), M. Walid Al Deghaili (UN-ESCWA/Chef de Section Energie, Liban), M. Abdenour Keramane (Directeur de la Revue Medenergie, Algérie), Mme Lisa Guarerra (OME, France) et M. Klaus Wenzel (Med-E nec, Beyrouth/Tunis).

### Réalisation

Mise en page : Sandra Dulbecco

*Cette étude a été financée par le fonds fiduciaire FEMIP. Ce Fonds, établi en 2004, a été financé - jusqu'à ce jour - par 15 Etats membres de l'UE et la Commission Européenne dans l'intention de soutenir le développement du secteur privé via le financement d'études et de mesures d'assistance technique ainsi que par l'apport de capital risque.*



*Cette étude a bénéficié également du soutien de:*



*Les analyses et conclusions exprimées dans cette publication sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement le point de vue de la Banque européenne d'investissement, de l'Agencia Española de Cooperación para el Desarrollo ou de l'Agence française de développement*



## Quelques éléments sur le système eau-énergie et changement climatique au Maroc

Le Maroc dispose, selon le niveau de connaissance actuel, d'un potentiel en ressources en eau naturel, estimé en année moyenne à près de 22 milliards de m<sup>3</sup> dont près de 18 milliards de m<sup>3</sup> pour les eaux de surface et 4 milliards de m<sup>3</sup> pour les eaux souterraines. Les ressources naturelles par habitant sont proches du seuil de 500 m<sup>3</sup>/hab./an, valeur communément admise comme seuil de pénurie absolue, ce qui signifie que le pays devrait faire face à une situation permanente de manque d'eau.

Le développement de ce potentiel a toujours été au centre des préoccupations des politiques économiques du pays, du fait notamment de leur rôle stratégique dans le développement de l'agriculture irriguée et de la sécurité hydrique et alimentaire du pays. Une infrastructure hydraulique considérable a été mise en place, ce qui a permis la mobilisation de la quasi-totalité des ressources en eau naturelles économiquement exploitables. Cet effort de mobilisation entrepris au cours des quatre dernières décennies a permis :

- La satisfaction et la sécurisation de l'alimentation en eau potable de la plupart des villes du Royaume, même en période de sécheresse ;
- Le développement de l'irrigation à grande échelle sur près de 1.6 millions d'hectares. Ce développement de l'irrigation contribue à près de 45 à 75% de la production agricole du pays selon l'hydraulicité de l'année et intervient pour 75% des exportations agricoles. Elle procure également près de 120 millions de journées de travail et favorise le développement régional et local du pays ;
- Le développement de l'industrie agro-alimentaire (13 sucreries, 13 laiteries, des centaines de stations de conditionnement et de transformation agro-alimentaire) ;
- la production hydroélectrique au niveau des usines associées aux barrages. Cette production est estimée par les études des plans directeurs d'aménagements des ressources en eau à près de 3 500 GWh/an.

Ce développement est aujourd'hui confronté à de nouveaux défis, notamment :

- la surexploitation des eaux souterraines et la rupture de l'équilibre qui prévalait entre les prélèvements traditionnels et les possibilités de recharge naturelle. Ceci a eu pour conséquence la baisse des niveaux piézométriques, la diminution des débits voire le tarissement des sources, la perturbation de l'approvisionnement en eau des secteurs d'irrigation traditionnelle, la détérioration et la régression de l'irrigation traditionnelle et des oasis. Cette raréfaction risque d'être aggravée à l'avenir par la diminution attendue des ressources en eau sous l'effet des changements climatiques ;
- La faible efficacité de l'utilisation de l'eau : les systèmes d'irrigation et les réseaux de distribution d'eau potable sont loin d'être performants et sont à l'origine de la perte de volumes d'eau importants ;
- La détérioration alarmante de la qualité des ressources en eau sous l'effet du retard accumulé en matière d'assainissement et d'épuration des eaux usées ;
- Le rythme de perte de capacité des retenues de barrages par envasement ;
- La diminution significative des précipitations due à l'impact des changements climatiques. Cette diminution a eu un impact important sur le remplissage des retenues de barrages. En effet, les sécheresses successives au cours des 30 dernières années ont diminué de façon significative les apports dans les retenues de barrages (moyenne 1970-2000 inférieure de 20 à 50% par rapport à 1945-70), ce qui s'est traduit par de faibles taux de remplissage des retenues (moyenne de 50% sur 10 ans) et d'importants déficits de fourniture d'eau d'irrigation (moyenne de 52% sur 10 ans) En fin de compte, cette situation se traduit par un manque à gagner au niveau de la production énergétique de près de 1 200 KWh (50% de l'objectif visé dans les études de perfectibilité) et par une faible rentabilisation des capitaux investis dans les infrastructures hydrauliques.

Les investigations scientifiques réalisées au Maroc en matière de projections climatiques (Wilby 2007) ont montré que le changement climatique se traduirait par :

- Une augmentation des températures d'été jusqu'à 1.8 °c à l'horizon 2020, 3.7°c à l'horizon 2030 et 6.2 °c à l'horizon 2080 ;
- Une réduction des précipitations de l'ordre de 5 % à 15% à l'horizon 2030 et de 10 à 25% à l'horizon 2050.

L'augmentation de la température de 3°C et la réduction des précipitations de 15% en 2030 réduiraient d'une manière substantielle le ruissellement annuel et par conséquent le volume d'eau mobilisé par les barrages existants et programmés. L'analyse des sécheresses observées au cours des trente dernières années montre que le déficit enregistré au niveau des ruissellements est équivalent à près du double de celui enregistré au niveau des précipitations.

En terme de perspective, les bilans d'eau par bassin, qui consistent à comparer la ressource et la demande en eau pour obtenir une image représentative de la situation hydrologique, montrent que la plupart des bassins seront déficitaires à terme à l'horizon 2030. Le tableau ci-après synthétise les résultats concernant les bilans hydrauliques pour les scénarios sans et avec impacts des changements climatiques objets des tableaux 18 et 45.

**Tableau 1 - Synthèse des bilans hydrauliques sans et avec changements climatiques**

	Sans prise en compte des changements climatiques		Avec prise en compte des changements climatiques	
	2030	2050	2030	2050
Demande en eau (Mm <sup>3</sup> /an)	13 044	13 269	13 608	14 397
Ressource en eau (Mm <sup>3</sup> /an)	12 212	12 694	9 820	9 005
Déficit global (Mm <sup>3</sup> /an)	-832	-575	-3 788	-5 392
Nombre de bassins déficitaires avec ressources non conventionnelles (Sur 9)	6	4	7	7
Nombre de bassins déficitaires sans ressources non conventionnelles (Sur 9)	7	8	9	9

Ces solutions se caractérisent par une consommation d'énergie élevée. C'est le cas par exemple du dessalement de l'eau de mer et du projet de transfert d'eau. Cette consommation du secteur de l'eau passerait de près de 1 450 GWh en 2010 à près de 6 145 GWh en 2030 (0.7 à 0.8 kWh/m<sup>3</sup>), soit plus que quatre fois la consommation actuelle. Le tableau 2 donne le volume pompé ainsi que la consommation énergétique.

**Tableau 2 - Consommations énergétiques en GWh**

Secteur	2010		2030	
	Eau (Mm <sup>3</sup> )	Energie (GWh)	Eau(Mm <sup>3</sup> )	Energie (GWh)
Eau potable et industrielle	850	550	1 550	2 350
Irrigation	4 400	900	6 500	3 880
Assainissement	-	-	650	215
Réutilisation des eaux usées	-	-	300	200
Total	5 250	1 450	9 000	6 145

Les principaux impacts des changements climatiques sur le secteur de l'eau identifiés dans le cadre de cette étude peuvent être résumés de la manière suivante :

- une augmentation de la demande en eau du fait de la hausse des températures ;
- Une diminution des précipitations sur pratiquement l'ensemble du Royaume ;

- Une réduction du potentiel en eau mobilisable de près de 10 milliards de m<sup>3</sup> par an ;
- Une diminution du potentiel en production hydroélectrique au niveau des barrages réalisés et programmés. Elle estimée à près de 1 500 GWH par an ;
- une modification de la ressource disponible : modification du débit des cours d'eau et de la recharge des aquifères, dégradation de la qualité des eaux ;
- une augmentation de la vulnérabilité de certains écosystèmes du fait de l'augmentation des températures et des modifications de répartition spatiotemporelle des pluies ;
- une augmentation du coût d'accès à l'eau ;
- des conflits d'usage, etc.

Le coût de ces impacts, estimé sur la base du coût des solutions alternatives, du manque à gagner dans les périmètres agricoles équipés atteindrait plus de 70 milliards de dirhams.

## Principaux messages

- Le changement climatique est aujourd'hui une réalité au Maroc et ses conséquences sont déjà visibles sur notre environnement. La diminution significative des précipitations constatée au cours des trente dernières années ont diminué de façon significative les apports dans les retenues de barrages ce qui s'est traduit par de faibles taux de remplissage des retenues. Cette situation se traduit, par une faible intensification agricole induisant une faible rentabilisation des capitaux investis dans les infrastructures hydrauliques, et par un recours plus important aux eaux souterraines induisant leur surexploitation.
- La production énergétique a subi d'une manière nette l'impact des changements climatiques qui s'est traduit par une baisse des stocks d'eau et de la hauteur de chute au niveau de l'ensemble des barrages. Cette production atteindrait à peine 50% de l'objectif escompté dans les études des plans directeurs d'aménagement intégré des ressources en eau. Avec cette réduction, la consommation énergétique du secteur de l'eau dépasse sa production énergétique.
- Les prévisions ne sont pas optimistes. Les modèles relatifs aux changements climatiques indiquent que les précipitations pourraient diminuer de plus de 20 % d'ici à 2050 tandis que l'évaporation et la variabilité augmenteraient (Wilby 2007) ce qui se traduirait par une aggravation encore plus importante des déficits hydriques au niveau des différents bassins du Maroc.
- Le pays a peu de possibilités de mobiliser des ressources supplémentaires. La quasi-totalité des écoulements dans les rivières du pays est déjà mobilisée, au moyen de 128 grands barrages et de nombreux ouvrages plus petits (Banque mondiale 2007a; Banque mondiale 2007b). La construction de 59 barrages programmés ne pourra fournir que des volumes supplémentaires très faibles.
- La prise en compte de l'impact futur des changements climatiques qui se traduirait par une réduction des apports d'eau de près de 30% (résultat d'une réduction des précipitations de 15%) et une augmentation de l'évaporation risque de réduire davantage l'apport des projets de barrages et de transfert d'eau programmés.
- La poursuite du scénario tendanciel en matière de gestion des ressources en eau qui consiste à poursuivre la réalisation des ouvrages de mobilisation de l'eau, la surexploitation des nappes souterraines et la réalisation des programmes de protection et de valorisation des ressources en eau (dépollution, économie d'eau, aménagement des bassins versants.....) avec la cadence faible observée ces dernières années se traduirait par un impact négatif sur le développement économique et social et sur l'environnement naturel du Maroc. Le résultat probable de ce scénario reste limité voire même une possible réduction de la valeur ajoutée actuelle générée par le secteur de l'eau (une stagnation des superficies agricoles, hormis les superficies dominées par le barrage Al Wahda et Dar Khrofa), une faible augmentation de la production d'eau potable et de la production hydroélectrique, un manque d'eau souterraine dans certaines régions et une dégradation de la qualité des nappes souterraines, une détérioration de la qualité des ressources en eau, un tarissement des sources et une réduction de l'étendue des zones humides.
- Le défi particulier à relever par le Maroc au cours des prochaines décennies sera de s'adapter à une diminution des ressources en eau renouvelables. Le pays devra gérer soigneusement ces ressources, mettre en place un mécanisme efficace et transparent d'affectation des ressources et veiller à ce que les infrastructures de transport de l'eau minimisent les pertes et soient suffisamment souples pour répondre à la demande qui a la plus grande valeur. Il importera d'améliorer la qualité de l'eau superficielle et protéger l'eau souterraine contre les infiltrations en encourageant l'investissement municipal et industriel d'assainissement et en appliquant la législation sur l'environnement aux entreprises et établissements publics qui déversent des eaux usées. Un ensemble novateur de politiques publiques gagnera à être adopté pour limiter la consommation d'eau.
- La mobilisation des ressources en eau non conventionnelles constituera une composante stratégique de la future politique de l'eau. En effet, le dessalement de l'eau de mer pourrait être une nouvelle source stratégique d'eau dans les zones urbaines situées près du littoral et la réutilisation des eaux usées épurées pourrait localement accroître le volume d'eau disponible pour l'irrigation dans les centres touristiques et



éventuellement dans l'agriculture. Mais ces technologies nouvelles ne suffiront pas à combler l'écart grandissant entre l'offre et la demande, d'où la priorité urgente de gérer la demande. Que ce soit pour l'irrigation ou l'eau potable, les économies d'eau représentent au demeurant la ressource la plus économique.

- Le développement des ressources non conventionnelles et la gestion de la demande en eau augmenteraient davantage la consommation énergétique du secteur de l'eau. Cette consommation attendrait près de 10% de la consommation du pays et doit être intégrée dès à présent dans la demande énergétique du pays.
- Le secteur de l'eau au Maroc n'a accordé jusqu'à présent que peu d'attention à la problématique des changements climatiques et ignore souvent les impacts des changements climatiques sur les futures ressources en eau. Des études sont nécessaires pour appréhender les impacts, le coût des changements climatiques et préparer les solutions d'adaptation.
- La généralisation de systèmes d'irrigation modernes est de nature à accroître sensiblement les besoins en énergie pour le secteur agricole. L'orientation vers des choix technologiques performants aujourd'hui disponibles, telle l'irrigation souterraine par tuyaux poreux, permettra des gains importants tant en eau qu'en énergie, grâce aux rendements plus élevés d'irrigation et au besoin de faibles pressions (0.6 Bar) au lieu de 3 bar pour le goutte à goutte. En outre, la révolution que connaissent les énergies renouvelables (éolien, biomasse, solaire) en termes d'évolution technologique et de coûts, peut faciliter la réduction de la consommation d'énergies fossiles à travers la démultiplication de projets d'énergies renouvelables décentralisés pour l'alimentation des stations de pompage.
- Les projections d'investissement pour la production d'énergies électrique nécessiteront, pour les besoins de refroidissement des centrales thermiques implantées à l'intérieur du pays, l'équivalent de la consommation d'eau d'une population d'environ 3 à 4 millions d'habitants en 2030. Cette eau est restituée à la nature avec une dégradation de sa qualité en raison de son réchauffement. Cela suppose une planification et action plus concertée entre le secteur de l'eau et celui de l'énergie pour éviter toute aggravation du déficit en eau.
- Les besoins en eau pour le secteur des phosphates vont passer de 66 Mm<sup>3</sup>/an actuellement à plus de 158 Mm<sup>3</sup>/an en 2030, La quantité d'eau consommée par tonne de concentré de phosphate produit est comprise entre 1 et 3 m<sup>3</sup>. Cette demande en eau est prise en compte dans la stratégie de développement du Groupe OCP. Pour la sauvegarde des ressources souterraines stratégiques, la croissance de l'industrie du phosphate se fera à prélèvement constant en eaux douces, en menant les actions suivantes : i) la réallocation géographique des prélèvements vers l'amont du bassin Oum Rbia, ii) le dessalement de l'eau de mer et le traitement des eaux usées pour combler les nouveaux besoins.
- Pour maîtriser au mieux l'avenir énergétique au Maroc, une nouvelle stratégie énergétique a été élaborée sur la base d'options technologiques et économiques réalistes. Les objectifs stratégiques fixés visent à assurer la sécurité d'approvisionnement énergétique, à garantir la disponibilité et l'accessibilité de l'énergie au meilleur coût ainsi qu'à réduire la dépendance énergétique en diversifiant les sources, en développant les potentialités énergétiques nationales, en promouvant l'efficacité énergétique dans l'ensemble des secteurs d'activité. Le Maroc s'est ainsi fixé comme potentiel d'efficacité énergétique réalisable de 12% à atteindre en 2020 et la contribution des énergies renouvelables dans le bilan énergétique national entre 15% et 20%. A cette échéance, la part du solaire, de l'éolien et de l'hydraulique va représenter environ 42% de la puissance installée (14 580 MW) contre 26% en 2008 (5 292 MW).