

# Projection des ressources en eau de la Tunisie sous l'effet des changements climatiques globaux

Dr Raoudha LAHACHE GAFREJ <sup>(1)</sup> et Pr Gonzague PILLET <sup>(2)</sup>

(1) Institut Supérieur des Sciences Biologiques Appliqués (Tunisie) - e.mail: [r.lahache@gnet.tn](mailto:r.lahache@gnet.tn)

(2) Ecosys- Genève (Suisse)- e.mail: [pillet@ecosys.com](mailto:pillet@ecosys.com)

## Résumé

La connaissance à ce jour des variables hydrologiques liées aux changements climatiques fait face à des incertitudes. Toutefois, par les simulations issues du modèle climatique HadCM3, nous avons pu déduire que les ressources en eau conventionnelles diminueront d'environ 28% à l'horizon 2030. Cette diminution sera localisée au niveau des nappes phréatiques surexploitées, celles du littoral et au niveau des nappes profondes non renouvelables. La diminution au niveau des eaux de surface sera d'environ 5% à l'horizon 2030. La confrontation des ressources et des besoins calculée en intégrant toutes les orientations stratégiques futures montre la satisfaction des besoins vers l'horizon 2030. Cependant, un simple retard dans la mise en place des stratégies déjà programmées se traduira par un déséquilibre bien avant 2030. Ainsi, la gestion des barrages intégrant les risques et les incertitudes, la mise en place effective de la réglementation sur l'eau et des différentes stratégies d'économie d'eau à toutes les échelles, joueront un rôle essentiel dans la disponibilité des eaux. Les changements climatiques se font ressentir si les techniques, les écosystèmes, les traditions, les comportements et les usages n'évoluent pas dans le sens qui permet une meilleure gestion de la ressource. Le compte de l'eau devra être élargi de manière à saisir la valeur totale de cette dernière, la gestion de la ressource par écosystème s'imposera et une attention particulière devra être accordée aux écosystèmes dont les services – ou *emternalités* – garantissent notre approvisionnement.

### Mots clés :

Changements climatiques, modélisation climatique, ressources en eau, écosystèmes, emternalités.

## 1. CADRE DE L'ETUDE

Cette contribution s'inscrit dans le cadre de la réalisation de la stratégie nationale d'adaptation de l'agriculture tunisienne et des écosystèmes au changement climatique pour le compte du Ministère de l'agriculture et des ressources hydrauliques en collaboration avec la *gtz* dans le cadre de la coopération Tuniso-Allemande.

## 2. METHODOLOGIE

La méthodologie adoptée pour projeter les ressources en eau à l'horizon 2030 sous les effets CC a nécessité :

- de réaliser en premier lieu un diagnostic complet et détaillé de l'état de la ressource et de son utilisation, des stratégies actuelles et futures liées au secteur de l'eau,
- d'établir les projections des ressources en eau sous conditions normales (sans CC) afin de construire ensuite un scénario de référence pour les projections sous CC,
- De réaliser les projections des ressources en eau sous conditions des changements climatiques.

## 3. LE DIAGNOSTIC

Les ressources en eau potentielles conventionnelles formées par des eaux de surface et des eaux souterraines estimées à ce jour sont de 4833 Mm<sup>3</sup> dont 2700 Mm<sup>3</sup> en eau de surface et 2133 Mm<sup>3</sup> en eaux souterraines. En 2002, les eaux non conventionnelles formées essentiellement par les eaux usées traitées sont de 250 Mm<sup>3</sup>. A la fin de l'année 2005, la mobilisation et la protection des eaux de surface se fait à partir de 27 barrages, 193 barrages collinaires et 721 lacs collinaires. Certains ouvrages servent également à la protection contre les inondations, à la conservation des sols ainsi qu'à la recharge des nappes.

Les installations de dessalement d'eau appartiennent dans la majorité à la SONEDE pour une capacité totale de 95000 m<sup>3</sup>. Le dessalement d'eau est en cours d'expansion surtout dans le secteur touristique. De nouvelles stations de dessalement à base d'eau de mer sont programmées par la SONEDE à Djerba, Zarrat et Sfax pour un potentiel global d'environ 80 Mm<sup>3</sup> à l'horizon 2030.

La réutilisation des eaux usées traitées est d'environ 24% des volumes produits en 2002 par l'ONAS. La difficulté de la réutilisation des eaux usées traitées dans le secteur agricole est liée essentiellement à la réglementation restrictive et au fait qu'environ 50% des eaux usées traitées sont produites dans le pôle de Tunis.

La tarification actuelle de l'eau prouve que le coût de l'eau reste subventionné par l'Etat et que seuls les secteurs industriels et touristiques payent l'eau au prix de revient. L'eau souterraine reste gratuite car elle est facturée à raison de 2 millimes le m<sup>3</sup> pour l'agriculture et 5 millimes par m<sup>3</sup> pour les autres usages.

## 4. PROJECTIONS DES RESSOURCES EN EAU HORS CHANGEMENTS CLIMATIQUES

### Ressources conventionnelles

Sur la base des hypothèses émises selon trois scénarios de projection (bas, moyen et haut), les ressources exploitables à l'horizon 2030 seraient d'environ 2361 Mm<sup>3</sup> pour le scénario bas, 3170 Mm<sup>3</sup> pour le scénario moyen et 3829 Mm<sup>3</sup> pour le scénario haut qui correspond à la mise en place effective de toutes les stratégies pour la mobilisation et la gestion rationnelle des ressources.

### Ressources non conventionnelles

Les ressources non conventionnelles (eaux usées traitées et eaux dessalées) à l'horizon 2030 seraient d'environ 193 Mm<sup>3</sup> pour le scénario bas, 285 Mm<sup>3</sup> pour le scénario moyen et 372 Mm<sup>3</sup> pour le scénario haut dont environ 80 Mm<sup>3</sup> d'eau osmosée. Les ressources non conventionnelles ne représentent qu'une moyenne de 9% des ressources conventionnelles.

### Les besoins en eau

Les besoins sont estimés à environ 3097 Mm<sup>3</sup> pour le scénario bas relatif à la mise en place des différentes stratégies, 3242 Mm<sup>3</sup> pour le scénario moyen et 3642 Mm<sup>3</sup> pour le scénario haut qui suppose la continuité des conditions actuelles. Ces besoins ne tiennent pas compte de ceux des zones humides telle que l'écosystème de l'Ichkeul.

### Bilan ressources-besoins

L'évaluation selon le scénario haut des ressources exploitables, c'est-à-dire en appliquant toutes les stratégies de l'Etat pour la mobilisation des eaux, les besoins même les plus hauts seront satisfaits à l'horizon 2030 avec une marge de 11%. Aussi, si les besoins en eau ne diminuent pas conformément aux stratégies prévues par l'Etat, le bilan ressources/besoins sera négatif vers l'année 2015 pour le scénario bas d'estimation de la ressource.



Le lac Ichkeul – Bizerte - Tunisie

## 5. PROJECTIONS DES RESSOURCES EN EAU SOUS CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Le scénario (A2) confirme la difficulté de préciser la variation de la pluviométrie sous les CC. En effet, l'évolution de la pluie est variable selon les régions et les saisons (figure 1 et tableau I). Soit une variabilité très importante pour le printemps et l'automne autrement à l'échelle globale, la diminution est très faible.

Tableau I. Evolution régionale et saisonnière de la pluviométrie en % sur la période globale de 2006 à 2030- Modèle HadCM3- Scénario A2.

Scénario A2	Nord		Centre		Sud	
	Ouest	Est	Ouest	Est	Ouest	Est
Hiver	-4,6	-4,2	-3,3	-4,5	-3,4	-1,6
Printemps	-1,9	-4,8	2,2	2,5	1,2	2,2
Été	-7,3	-10,8	-5,5	-4,3	-21,9	-27
Automne	-2,0	-4,2	2,7	-0,1	-1,1	-5,9
Moyenne	-3,9	-6,0	-0,9	-1,6	-6,9	-8,1

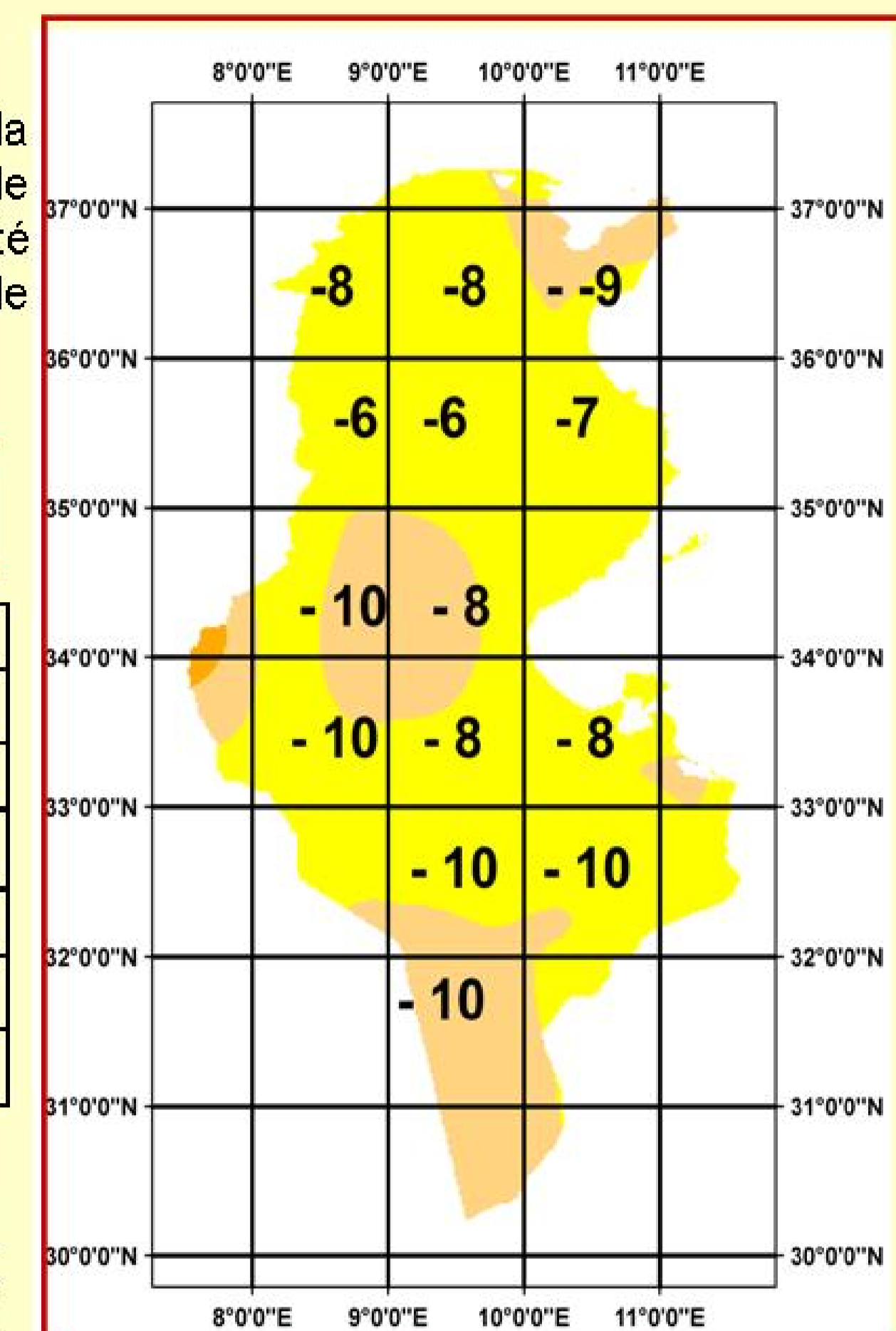


Figure 1. Diminution en pourcent (%) de la pluviométrie en automne. Projection de HadCM3 à l'horizon 2030.

Selon les résultats de l'évolution de l'évaporation selon le scénario A2, on peut considérer une augmentation moyenne annuelle globale de 9,3%. Cette augmentation de l'évaporation affectera directement les stocks d'eau dans les barrages qui diminueront d'environ 1% le stock d'eau disponible. La variabilité saisonnière de la pluviométrie aura pour effet un dévasement moins fréquent et par conséquent une diminution de la capacité de stockage d'environ 5% à l'horizon 2030.

Tableau II. Evolution régionale de l'évaporation en % sur la période globale de 2006 à 2030. Modèle HadCM3-Scénario A2.

Scénario A2	Nord		Centre		Sud	
	Ouest	Est	Ouest	Est	Ouest	Est
Annuel						
2006 - 2010	8,1	6	9,5	5,7	10,2	8,4
2011-2020	11,6	11,6	10,8	7,5	11,2	9,2
2021-2030	8,8	8,4	10,9	6,4	10,6	8,4
Moyenne	9,8	9,2	10,6	6,7	10,8	8,7

La diminution des pluies au centre et au sud, conjuguée à l'augmentation des besoins de l'agriculture due à l'augmentation de la température, va engendrer une exploitation plus importante des ressources en eau souterraine. Cette surexploitation qui n'aura pas d'effet direct sur la ressource l'année même sera importante à moyen et à long terme par une dégradation sensible de la qualité des eaux.

Les sécheresses auront pour effet une exploitation intensive des eaux souterraines. La simulation basée sur l'évolution historique de la qualité des ressources en eau souterraines a permis d'estimer une diminution du potentiel exploitable des nappes phréatiques égale à 467 Mm<sup>3</sup> vers l'horizon 2030.

Compte tenu de ce qui précède, à l'horizon 2030, les ressources en eau exploitables subiront une baisse de 28%. Nous donnons l'évolution probable des ressources en eau à l'horizon 2030 (Tab. III).

Tableau III. Evolution des ressources en eau globales en Mm<sup>3</sup>.

Désignation	2010			2020			2030		
	Potentiel	Mobilisé	Exploitable	Potentiel	Mobilisé	Exploitable	Potentiel	Mobilisé	Exploitable
Grands barrages	2'700	2'121	1'378	2'700	2'131	1'385	2'700	1'890	1'229
Nappes phréatiques	758	758	758	781	781	591	805	805	308
Nappes profondes	1'544	1'350	1'350	1'791	1'535	1'215	2'079	1'731	1'214
<b>Total eaux conventionnelles</b>	<b>5'002</b>	<b>4'229</b>	<b>3'486</b>	<b>5'272</b>	<b>4'447</b>	<b>3'191</b>	<b>5'584</b>	<b>4'426</b>	<b>2'751</b>
Eaux usées traitées	253	99	99	400	156	156	512	292	292
Eaux dessalées		18	18	0	47	47	0	80	80
<b>Total eaux non conventionnelles</b>	<b>253</b>	<b>117</b>	<b>117</b>	<b>400</b>	<b>203</b>	<b>203</b>	<b>512</b>	<b>372</b>	<b>372</b>
<b>Total Général</b>	<b>5'255</b>	<b>4'336</b>	<b>3'603</b>	<b>5'672</b>	<b>4'650</b>	<b>3'394</b>	<b>6'096</b>	<b>4'798</b>	<b>3'123</b>

Si l'on considère l'hypothèse moyenne d'évolution des besoins telle que présentée dans les projections hors CC, le bilan des ressources besoins montre que les ressources conventionnelles ne pourront satisfaire les besoins à l'horizon 2030 qu'à concurrence de 92%. Cela signifie que sans les ressources non conventionnelles et la mise en place des stratégies d'économie d'eau, tous les besoins à l'horizon 2030 ne seront pas satisfaits, lesquels besoins devraient être révisés en intégrant les effets des CC.

## 6. CONCLUSION

Nous avons pu déduire qu'une diminution des ressources en eau exploitables sont prévisibles. Mais ces résultats restent tributaires du rythme et l'ampleur des changements qui sont eux-mêmes tributaires de l'évolution des émissions. Ni l'extrapolation des données récentes, ni la réduction des échelles des modèles généraux ne peuvent produire les informations précises que les planificateurs et les gestionnaires de l'eau souhaiteraient avoir. Plutôt, les changements climatiques remettent en question les habitudes et les pratiques actuelles par l'introduction d'un élément crucial dans les équations : l'incertitude – laquelle demeure une grande difficulté dans la gestion et la planification des ressources en eau. D'où la nécessité d'une gestion des risques et des incertitudes.

De manière claire toutefois, la satisfaction des besoins des différents usagers de l'eau est tributaire de la mise en place effective des différentes stratégies envisagées par l'Etat. La demande en eau des secteurs socio-économiques utilisant l'eau potable doit également être révisée sous conditions des CC. En cas de sécheresse, le secteur agricole, qui consomme actuellement 81% des ressources, subira un manque d'eau de surface importante – ce qui se traduira par une intensification de l'utilisation des eaux souterraines pouvant avoir des effets dramatiques puisque ces ressources contribuent à concurrence de 82% à la satisfaction des besoins agricoles. Cela nous conduit à nous interroger sur la nécessité de produire certaines cultures et, par conséquent, à la nécessité d'une révision du compte de l'eau étendu aux écosystèmes et intégrant l'eau virtuelle.

### Remerciements

Les auteurs adressent leur reconnaissance à la GTZ-Tunis ainsi qu'à tous leurs collègues de la *Stratégie nationale d'adaptation de l'agriculture tunisienne et des écosystèmes aux changements climatiques*.