



FACE AUX CHANGEMENTS GLOBAUX

les demandes en eau toujours satisfaites en Méditerranée à l'horizon 2050 ?

Le bassin méditerranéen est l'une des régions les plus sensibles aux variations climatiques et aux pressions anthropiques. Ce bassin s'avère particulièrement vulnérable aux situations de pénurie d'eau. Un travail d'appréhension des relations complexes entre variations climatiques, pressions humaines et écoulements a été réalisé sur l'ensemble des bassins versants méditerranéens. Ce travail met en évidence le niveau d'adéquation entre la disponibilité des ressources et les demandes en eau futures ainsi que les bassins les plus susceptibles de subir de fortes pressions. Cette approche souligne la nécessité d'aller au-delà des objectifs fixés dans le cadre de la Stratégie méditerranéenne pour le développement durable pour pouvoir répondre aux besoins des populations et de développement, d'aujourd'hui et de demain.

Le bassin méditerranéen : un espace sous contraintes climatiques et anthropiques

Vers une aridification du climat méditerranéen

Le bassin méditerranéen est l'une des régions les plus vulnérables aux changements climatiques et anthropiques. Depuis les années 1970, les températures annuelles moyennes ont augmenté de 0,1 °C/décennie et les précipitations annuelles ont diminué en moyenne de 25 mm/décennie (Xoplaki *et al.*, 2004). A l'horizon 2050, ces tendances devraient se poursuivre. Les températures devraient augmenter de 1,5 à 2,5 °C et les précipitations annuelles pourraient diminuer de 5 à 20 % (IPCC, 2007 ; Milano *et al.*, 2012a). Ces variations devraient provoquer une aridification du climat méditerranéen avec une

diminution de la couverture neigeuse dans les Alpes, les Pyrénées et l'Atlas, une fonte des neiges plus rapide et plus précoce dans l'année et une extension d'un climat aride dans les plaines et régions côtières ibériques, en Italie, dans les Balkans, en Grèce et en Turquie (IPCC, 2007).

Une diminution des ressources en eau de plus de moitié sur la rive sud

Les ressources en eau du bassin méditerranéen représentent actuellement 1,2 % des ressources en eau renouvelables mondiales, soit environ 550 km³/an. La majorité de ces ressources est concentrée dans les bassins méditerranéens de France, d'Italie, de Grèce et de Turquie. Les bassins du sud et de l'est de la Méditerranée ne produisent respectivement que 4 % et 2 % des ressources en eau méditerranéenne.

A l'horizon 2050 et selon le scénario d'émission de gaz à effet de serre le plus pessimiste envisagé par le Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat (SRES A2), une diminution significative des ressources en eau (25–50 %) sur le bassin méditerranéen est projetée (cf. Figure 1). Les bassins méditerranéens du Maroc, de l'Algérie, du Proche-Orient et du sud de l'Espagne seraient les plus touchés avec une diminution de plus de moitié des ressources en eau. Celles-ci devraient diminuer en moyenne de 15 à 35 % sur les bassins de la rive nord et de 40 % en Turquie. Seuls les bassins situés en Libye et dans le sud de la Tunisie pourraient connaître une augmentation de 10 % des ressources en eau, ce qui reviendrait, en réalité, à maintenir les volumes écoulés à leur niveau actuel, soit entre 0 et 15 mm/an (cf. Figure 1).

Des pressions anthropiques croissantes

Les bassins des rives sud et est de la Méditerranée devraient aussi être soumis à une forte croissance des pressions anthropiques. Entre 1993 et 2003, les surfaces irriguées ont augmenté respectivement d'environ 2 % et 4,5 % par an en Tunisie et au Maroc (Hamdane, 2007 ; Oubalkace, 2007) tandis qu'elles ont diminué d'environ 25 % dans les pays méditerranéens européens, en particulier en Italie (Garrido & Iglesias, 2006). D'autre part, les vallées et côtes méditerranéennes devraient faire face à une importante expansion urbaine liée à la concentration des populations et au développement de complexes touristiques. Selon les projections démographiques des Nations Unies de 2009, d'ici 2050, la population totale du bassin méditerranéen pourrait atteindre environ 270 millions d'individus, contre 187 millions en 2001.

Les ressources en eau du bassin méditerranéen subissent déjà d'importantes pressions et la question se pose de savoir si les demandes futures en eau pourront être satisfaites.

Evaluation de l'évolution des pressions exercées sur les ressources en eau par une approche intégrée adaptée au contexte méditerranéen

Ces pressions accrues sur les ressources en eau sont reconnues comme des enjeux mondiaux qui nécessitent des prises de décision quant à l'amélioration de la gestion des ressources et des demandes en eau. Ceci suppose de développer des approches permettant d'évaluer l'évolution future des ressources disponibles et des demandes en eau. L'objectif est d'apprécier la capacité de satisfaction de ces demandes sous contraintes de scénarios prospectifs climatiques et d'usages de l'eau. L'évolution des pressions exercées sur les ressources en eau du bassin méditerranéen a été analysée en tenant compte :

- de l'impact des changements climatiques sur la disponibilité des ressources en eau renouvelables ainsi que sur les besoins agricoles en eau ;
- de l'évolution des demandes en eau selon la croissance démographique, l'expansion des surfaces irriguées et les progrès d'efficacité d'utilisation de l'eau ;
- des objectifs d'efficacité adoptés par les pays méditerranéens dans la Stratégie méditerranéenne pour le développement durable (SMDD), dans le cadre d'un scénario alternatif ;
- de l'indice d'exploitation des ressources en eau renouvelables préconisé dans la SMDD pour évaluer l'état et l'évolution des pressions exercées par les prélèvements en eau sur les ressources en eau douce naturelle renouvelables.

Cette démarche s'inscrit plus largement dans la promotion au niveau méditerranéen :

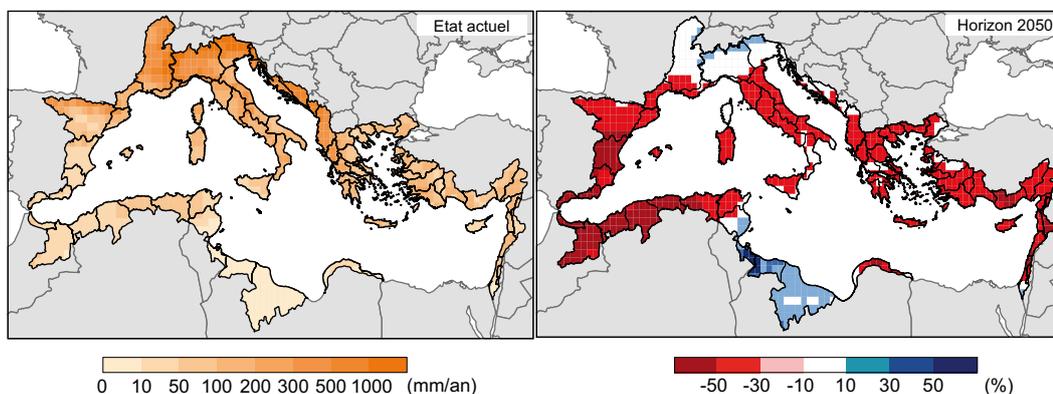
- d'une gestion intégrée des ressources en eau à l'échelle des bassins versants, visant à protéger et renforcer la capacité des hydrosystèmes à répondre aux besoins des sociétés et des écosystèmes ;
- d'une gestion dynamique de la demande qui inclut « l'ensemble des interventions et systèmes d'organisation destinés à accroître les efficacités techniques, sociales, économiques, institutionnelles et environnementales dans les différents usages de l'eau » (Plan Bleu, 2005) ;
- et d'une distribution équitable des ressources en eau.

Des prélèvements en eau en très forte augmentation mais des économies possibles

Des prélèvements en eau qui pourraient tripler selon un scénario tendanciel

Selon un scénario dit tendanciel, qui considère un maintien de l'efficacité d'utilisation de l'eau actuelle (pertes, gaspillages, techniques d'irrigation) à l'horizon 2050, les prélèvements en eau pourraient doubler voire tripler dans les bassins des rives sud et est (cf. Figure 2b). Ceci serait lié à la forte croissance démographique, à l'expansion des surfaces irriguées et à la hausse des besoins en eau des cultures suite à des conditions climatiques plus chaudes et plus sèches. Sur les bassins de la rive nord, la hausse des prélèvements serait essentiellement liée à une augmentation des prélèvements en eau agricole du fait de conditions climatiques plus chaudes et plus sèches et à une importante expansion des surfaces irriguées en Grèce et dans les Balkans.

Figure 1: Disponibilité des ressources en eau moyenne annuelle à l'échelle des bassins versants et taux d'évolution à l'horizon 2050



Source : Milano et al., 2012b

L'amélioration de l'efficacité comme voie d'économies d'eau

L'amélioration de l'efficacité des réseaux d'approvisionnement en eau (réduction des pertes et gaspillages) et des parcelles agricoles (amélioration de la valeur ajoutée par mètre cube d'eau utilisé), telle qu'envisagée dans la SMDD, pourrait permettre de réduire de manière significative les prélèvements en eau (cf. Figure 2c) par rapport à un scénario tendanciel (cf. Figure 2b) en Italie, en Turquie, en Syrie et au Maroc, et de les réguler partiellement sur la rive sud. Toujours selon le scénario alternatif, sur la rive nord, les prélèvements totaux en eau devraient augmenter seulement en Grèce et sur le bassin de l'Ebre en Espagne, en lien avec une augmentation de 25 % des prélèvements en eau agricole. Les prélèvements en eau domestique devraient se maintenir ou décroître, les installations d'accès à l'eau étant déjà adéquates (peu de pertes) et une stabilisation de la population sur la rive nord étant prévue à moyen terme. Pour la plupart des bassins du Maghreb et du Proche-Orient, l'augmentation des prélèvements totaux en eau pourrait être moins prononcée que selon le scénario tendanciel, même si ces prélèvements pourraient doubler du fait de l'expansion des surfaces irriguées et de la forte croissance démographique (cf. Figure 2c). L'atteinte des objectifs adoptés dans la SMDD permettrait au total d'économiser 30 milliards de m³ d'eau par an d'ici à l'horizon 2050, en comparaison à un scénario tendanciel.

Une vulnérabilité croissante des rives sud et est de la Méditerranée aux situations de pénurie d'eau

Une capacité d'exploitation des ressources en eau renouvelables limitée

Selon l'estimation de l'indice d'exploitation des ressources en eau renouvelables, 112 millions d'habitants subissent actuellement une situation dite de stress hydrique voire de pénurie d'eau, les prélèvements totaux en eau représentant plus de 40 %, voire plus de 80 %, des ressources en eau renouvelables. Les régions les plus vulnérables sont le sud de l'Espagne, la Tunisie, la Libye et le sud-est de la Méditerranée (Israël, Liban, Syrie et Territoires palestiniens ; cf. Figure 3a). Ces régions se caractérisent en effet par des demandes en eau élevées et des ressources en eau disponibles faibles. Ces régions font ainsi régulièrement appel aux ressources en eau non-conventionnelles et souterraines fossiles pour compléter les apports des ressources en eau renouvelables. Les prélèvements en eau des bassins du nord de l'Italie, de l'ouest de la Grèce et l'Ebre en Espagne représentent 20 à 40 % des ressources en eau renouvelables. Ces bassins connaissent des tensions locales ou conjoncturelles, tandis que les bassins méditerranéens en France et des Balkans sont en situation dite de « confort » avec des prélèvements en eau inférieurs à 20 % de la ressource en eau disponible (cf. Figure 3a).

Un risque de pénurie d'eau à l'horizon 2050

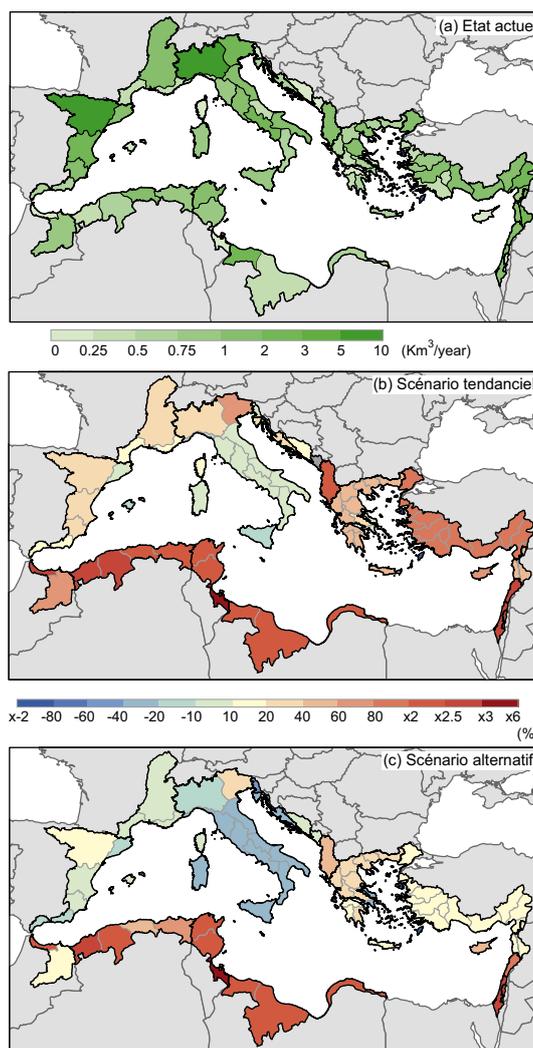
Dans un contexte de changements climatiques et anthropiques tendanciel, l'indice d'exploitation des ressources en eau renouvelables devrait se dégrader à l'horizon 2050. Une majorité de bassins méditerranéens pourrait connaître un stress hydrique important, voire des pénuries d'eau (cf. Figure 3b). Les situations de pénurie déjà présentes sur certains bassins devraient se maintenir et d'autres devraient apparaître dans les bassins du Maroc, de l'Algérie et de la Turquie. Les bassins méditerranéens d'Italie, de Grèce et le bassin de l'Ebre en Espagne pourraient aussi subir un stress important. Les situations actuelles de confort devraient se maintenir seulement dans les bassins méditerranéens de France et des Balkans.

Des objectifs d'efficacité d'utilisation de l'eau prometteurs mais pas suffisants

Néanmoins, si les objectifs d'efficacité adoptés dans la SMDD sont atteints (scénario alternatif), certaines situations de pénurie et de stress important pourraient être évitées, en particulier en Albanie, en Grèce et en Turquie (cf. Figure 3c). L'indice actuel d'exploitation des ressources en eau renouvelables pourrait également être maintenu en Italie, à l'horizon 2050. Les bassins méditerranéens de France et des Balkans seraient toujours dans une situation dite de « confort ». En effet, bien que les prélèvements pourraient être réduits en comparaison à un scénario tendanciel, du fait de la réduction des pertes dans les réseaux de distribution et de l'amélioration des techniques d'irrigation pour une meilleure consommation de l'eau distribuée à la parcelle, les situations de pénurie d'eau au sud et à l'est de la Méditerranée devraient se maintenir et apparaître sur les bassins méditerranéens du Maroc et de l'Algérie (cf. Figure 3c).

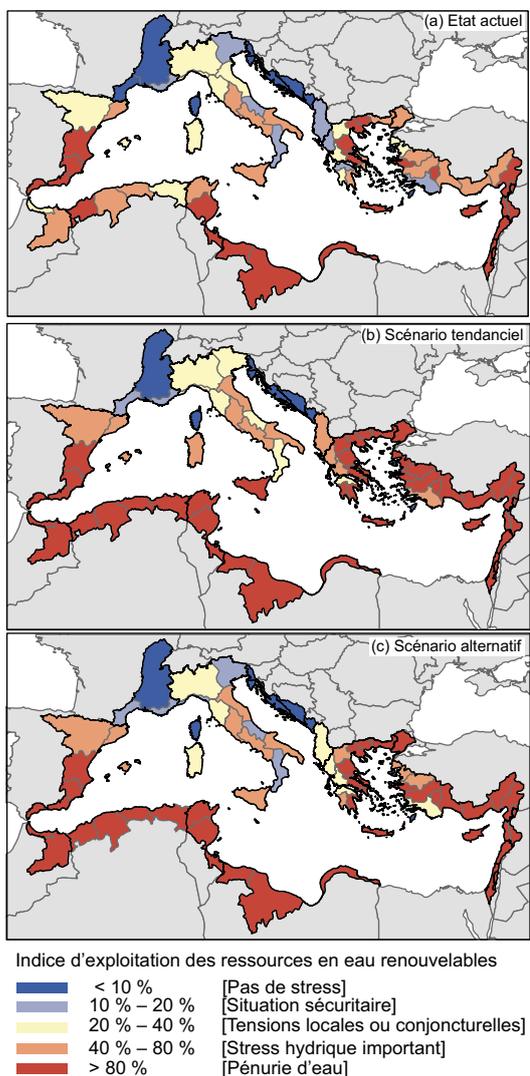
Les situations de pénurie d'eau en Méditerranée devraient donc s'accroître et les disparités entre les rives s'exacerber. Les efforts d'amélioration des efficacités hydrauliques, envisagés seuls, ne devraient pas suffire pour réduire de manière significative les tensions liées aux ressources en eau.

Figure 2 : Etat actuel des prélèvements en eau à l'échelle des bassins versants méditerranéens (a) et évolution à l'horizon 2050 selon un scénario tendanciel (b) et alternatif (c)



Source : Milano et al., 2012a ; Milano et al., 2012b

Figure 3 : Etat actuel de l'indice d'exploitation des ressources en eau renouvelables à l'échelle des bassins versants méditerranéens (a) et évolution à l'horizon 2050 selon un scénario tendanciel (b) et alternatif (c)



Source : Milano et al., 2012a; Milano et al., 2012b

Recommandations

- Le développement d'une approche intégrée des ressources en eau adaptée au contexte méditerranéen permet de représenter l'hétérogénéité des pressions et de la disponibilité des ressources en eau et d'engager une réflexion locale sur les stratégies à adopter selon les spécificités géographiques et anthropiques du milieu ;

- Il convient de promouvoir l'atteinte des objectifs de réduction des fuites et gaspillages dans les réseaux d'approvisionnement et de distribution en eau, et d'amélioration de l'efficacité agricole définis dans le cadre de la SMDD afin de réduire, en partie, les tensions sur les ressources en eau ;
- Il est néanmoins nécessaire d'envisager d'autres stratégies d'adaptation. Des études intégrant l'impact des changements globaux sur la production agricole et la satisfaction des besoins alimentaires des populations pourraient mettre en évidence le potentiel de l'adaptation des cultures aux variations climatiques. La part de l'agriculture pluviale et irriguée ainsi que le type de cultures produites dépendent de la disponibilité des ressources en eau. Elles dépendent aussi de facteurs exogènes tels que des stratégies de sécurité alimentaire associées à la volatilité des prix agricoles internationaux et des relations géopolitiques avec les pays exportateurs ;
- Aujourd'hui, pour donner toute son efficacité à la gestion de la demande en eau dans la gestion des tensions sur l'eau, il est crucial de « sortir du monde de l'eau » et de promouvoir des outils qui permettent d'influer sur les politiques sectorielles, tout en stimulant le développement économique et social des pays. Il s'agit de passer de l'efficacité technique, à l'efficacité économique et sociale, et de l'efficacité intra-sectorielle à l'efficacité intersectorielle ;
- Enfin, il convient de s'interroger sur la faisabilité technique et le coût de telles évolutions en matière d'approvisionnement en eau. Les aspects financiers de la mise en œuvre des différentes stratégies constituent une information supplémentaire clef pour éclairer la décision.

Bibliographie

- Garrido, A. & Iglesias, A. (2006). *Groundwater's role in managing water scarcity in the Mediterranean Region*. In: International Symposium on Groundwater Sustainability. 113–138.
- Hamdane, A. (2007). *Suivi des progrès dans le domaine de l'eau et promotion de politiques de gestion de la demande*. Rapport National de Tunisie pour la Commission Méditerranéenne du Développement Durable. 47 pp.
- IPCC (2007). *Climate Change 2007: The physical science basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- Milano, M., Ruelland, D., Fernandez, S., et al. (2012a). Facing climatic and anthropogenic changes in the Mediterranean basin: what will be the medium-term impact on water stress? *C.R. Geosciences*. 344, 432–440.
- Milano, M., Ruelland, D., Fernandez, S., et al. (2012b). Current state of Mediterranean water resources and future trends under climatic and anthropogenic changes. *Hydrol. Sc. J.* In press.
- Oubalkace, M. (2007). *Suivi des progrès dans le domaine de l'eau et promotion de politiques de gestion de la demande*. Rapport National du Maroc pour la Commission Méditerranéenne du Développement Durable. 121 pp.
- Plan Bleu (2005). *Méditerranée, les perspectives du Plan Bleu sur l'Environnement et le Développement*. Ed. de l'Aube, France. 427 pp.
- Xoplaki, E., González-Rouco, J.F., Luterbacher, J., et al. (2004). Wet season Mediterranean precipitation variability: influence of large-scale dynamics and trends. *Clim. Dyn.* 23, 63–78.
- Note :** Cette étude est le fruit d'un travail de thèse de doctorat réalisé dans le cadre d'un partenariat entre le Plan Bleu et le laboratoire HydroSciences Montpellier (2009–2012) sous la direction scientifique de Dr. Eric Servat et Dr. Denis Ruelland.