

EAU

Ressources et milieux naturels



ANTICIPATION DU STRESS HYDRIQUE EN MEDITERRANEE

un outil d'aide à la décision pour une meilleure gestion des ressources en eau

Sur les trente dernières années, les changements climatiques et d'usages de l'eau ont provoqué une diminution de la disponibilité des ressources en eau en Méditerranée. La question de l'évolution de ces pressions et de leurs impacts sur les ressources en eau se pose. Une approche intégrée de modélisation a été mise en place à l'échelle du bassin versant pour décrire les pressions actuelles, évaluer l'évolution de la capacité à satisfaire les demandes en eau et appréhender la capacité de stratégies d'adaptation à réduire les tensions d'usages. Appliquée sur le bassin de l'Ebre (Espagne), cette approche a permis d'identifier les régions les plus vulnérables aux pressions climatiques et/ou anthropiques.

LES NOTES
DU PLAN BLEU

#26
MAI 2013



Besoin d'une gestion plus résiliente des ressources en eau et de leurs usages

Les pressions accrues sur les ressources en eau liées aux changements climatiques et d'usages de l'eau ainsi que les compétitions grandissantes entre usagers sont reconnues comme des enjeux mondiaux. Le bassin méditerranéen a été identifié comme l'une des régions les plus vulnérables aux « crises de l'eau » du fait de ressources en eau limitées, d'importants changements climatiques et de pressions anthropiques croissantes. Les prélèvements en eau dans les bassins des rives sud et est de la Méditerranée et de l'Espagne avoisinent d'ores et déjà le volume annuel moyen des ressources en eau renouvelables. D'ici 2050, ces régions pourraient connaître des situations de pénurie d'eau (Milano et

al., 2013a). Les questions relatives à la gestion des ressources en eau se posent de manière accrue dans ces régions particulièrement vulnérables.

Evaluation de la capacité des ressources en eau à satisfaire les demandes en eau actuelles et futures

Elaboration d'outils méthodologiques à l'échelle du bassin versant

Les décideurs ont besoin de méthodes pour évaluer si les besoins futurs en eau pourront être satisfaits et pour définir les stratégies d'adaptation les plus appropriées pour satisfaire les demandes et prévenir des tensions d'usages. Des approches de modélisation sont nécessaires pour évaluer et comparer les

ressources en eau aux évolutions de leurs usages et ainsi définir la capacité actuelle et future des ressources à satisfaire les demandes. Ce type d'approche encourage une gestion intégrée des ressources en eau à l'échelle de bassins versants en Méditerranée, c'est-à-dire protéger les hydrosystèmes et renforcer leur capacité à répondre aux besoins des sociétés et des écosystèmes, distribuer équitablement les ressources entre usagers et favoriser une gestion dynamique des demandes (Plan Bleu, 2005). De tels objectifs de gestion nécessitent une bonne connaissance de l'hydrosystème, de ses usages, de la manière dont les écoulements sont régulés par les barrages et des stratégies d'adaptation locales.

Une représentation difficile des relations entre source d'approvisionnement et sites de demande

Les modèles de gestion intégrée des ressources en eau décrivent la situation actuelle du bassin, évaluent la disponibilité des ressources et les demandes en eau futures selon des scénarios climatiques et socio-économiques, puis distribuent l'eau selon des règles prédéfinies. Les modèles régulièrement utilisés, tels que WEAP, REALM, Aquatool, ne permettent pas d'intervenir sur les procédés hydrologiques et de calage adaptés aux objectifs de modélisation. Les priorités entre usagers ne peuvent pas toujours être établies. Les écoulements sont souvent influencés par des modèles de gestion des barrages simplifiés, les lâchers étant souvent déconnectés des sites de demandes. Dès lors, la représentation des hydrosystèmes et des relations entre sites d'approvisionnement et sites de demandes est encore malaisée. Cela compromet l'opérationnalité de ces outils. Aucun indicateur ni support graphique sur la variabilité spatiale et temporelle de ces derniers n'ont encore été développés pour faciliter les prises de décision.

Un nouvel outil d'aide à la décision pour les gestionnaires

Un nouvel outil d'aide à la décision prenant en compte des scénarios climatiques et d'usages de l'eau futurs ainsi que la régulation des écoulements par des infrastructures hydrauliques a été développé en partenariat avec le

laboratoire HydroSciences Montpellier (Figure 1). Il vise à évaluer, à l'échelle du bassin versant, dans quelle mesure les évolutions d'usages de l'eau envisagées par les gestionnaires sont compatibles avec les changements hydro-climatiques estimés. Cette approche prend en compte :

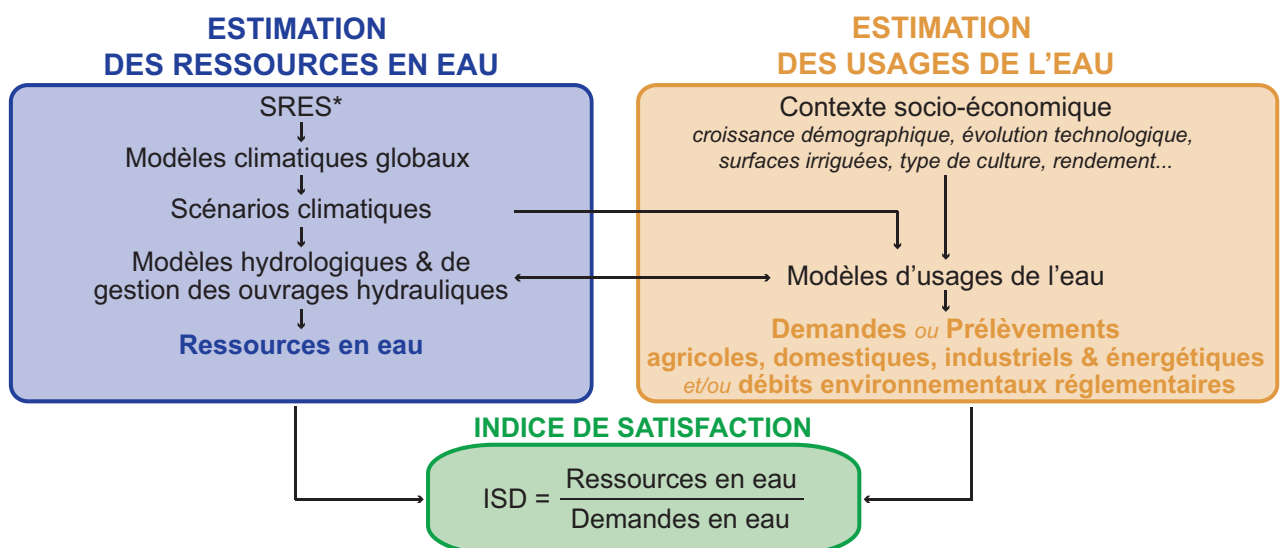
- Les différentes conditions hydro-climatiques de l'hydrosystème ;
- Les principaux barrages régulant les écoulements ;
- La variabilité spatiale et temporelle des demandes en eau domestiques et agricoles ;
- Les retours au milieu et les débits écologiques ;
- Les priorités entre usagers ;
- Et les différentes sources d'approvisionnement en eau (eau de surface, barrage) parmi lesquelles des priorités sont établies.

Le modèle de gestion des barrages élaboré régule les écoulements selon les demandes en eau en aval et les objectifs saisonniers de stockage d'eau. Un indice de satisfaction des demandes (ISD) a été conçu afin de confronter les ressources en eau disponibles aux demandes (Figure 1). Il détermine la part de la demande qui pourrait être satisfaite. Des taux de satisfaction ont été définis conformément aux considérations des gestionnaires locaux. Une typologie intuitive pour la représentation des résultats a aussi été mise en place pour identifier rapidement les régions et secteurs du bassin les plus vulnérables.

Le bassin de l'Ebre : un bassin représentatif des enjeux méditerranéens

Cette approche intégrée de modélisation a été appliquée au troisième plus grand bassin méditerranéen : le bassin de l'Ebre. Il s'étend sur environ 85 000 km² au nord-est de l'Espagne. Il s'agit d'un des bassins les plus vulnérables aux changements globaux sur la rive nord. Depuis la fin des années 1970, une diminution de 20-40 % des écoulements a été observée, attribuée à une baisse de 12 % des précipitations, une hausse de 0,7°C des températures et une hausse de la consommation en eau. Ce bassin est un élément clé du secteur agricole espagnole avec 60 % de la production maraîchère du pays. Sa population a

Figure 1 : Approche méthodologique



*SRES: scénario d'émission de gaz à effet de serre

Source : D'après Milano 2012

augmenté de 20 % au cours des 30 dernières années (CHE, 2011). Plus de 230 barrages, construits pour la production hydro-électrique et les besoins de l'irrigation, régulent les écoulements. D'ici 2027, la *Confederación Hidrográfica del Ebro* (CHE) projette une expansion de 30 % des terres irriguées et une hausse de la population de 0,5 million.

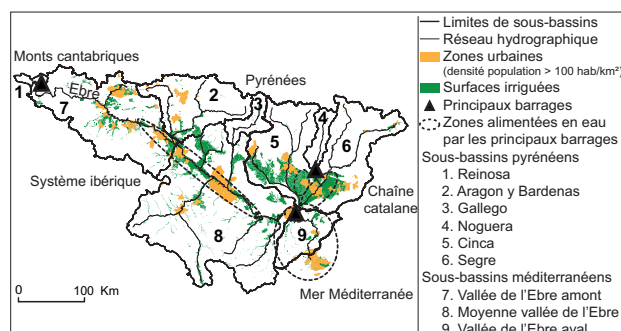
Vers un climat plus chaud et plus sec, et une diminution des ressources en eau

A l'horizon 2050, les températures devraient augmenter sur le bassin de l'Ebre de 1,5°C au cours de l'année et de 3°C en été, selon le scénario d'émission de gaz à effet de serre le plus pessimiste du Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat (SRES A2) et selon quatre modèles climatiques globaux. Les précipitations devraient diminuer, en moyenne, de 10–25 % au printemps et en été (Milano *et al.*, 2013b). Par conséquent, les ressources en eau devraient diminuer de 15–20 % au printemps et de 25–35 % en été dans la région pyrénéenne du bassin. Dans la vallée de l'Ebre, les ressources en eau pourraient diminuer de 15–30 %. La diminution la plus importante serait au cours de l'été mais les modèles divergent quant au taux de variation (-10 à -65 % ; Milano *et al.*, 2013b).

Des demandes en eau sans cesse croissantes

Les demandes en eau totales sur le bassin de l'Ebre avoisinaient 9240 Hm³/an en 2007 (CHE, 2011). Les demandes en eau agricoles représentaient 92 % de ce volume, suivi par le secteur domestique (3,8 %), le secteur industriel (2,7 %) et les transferts d'eau (1,5 %). Les plus importantes demandes en eau sont situées dans la moyenne et basse vallée de l'Ebre (1660–2750 Hm³/an ; Figure 2) ainsi que dans les sous-bassins pyrénéens Cinca, Segre et Aragón y Bardenas (900–1400 Hm³/an). Les surfaces irriguées les plus étendues et les plus productives sont situées dans ces bassins (Figure 2). A l'horizon 2050, les secteurs à la plus forte demande devraient

Figure 2 : Le bassin versant de l'Ebre et ses principales pressions anthropiques



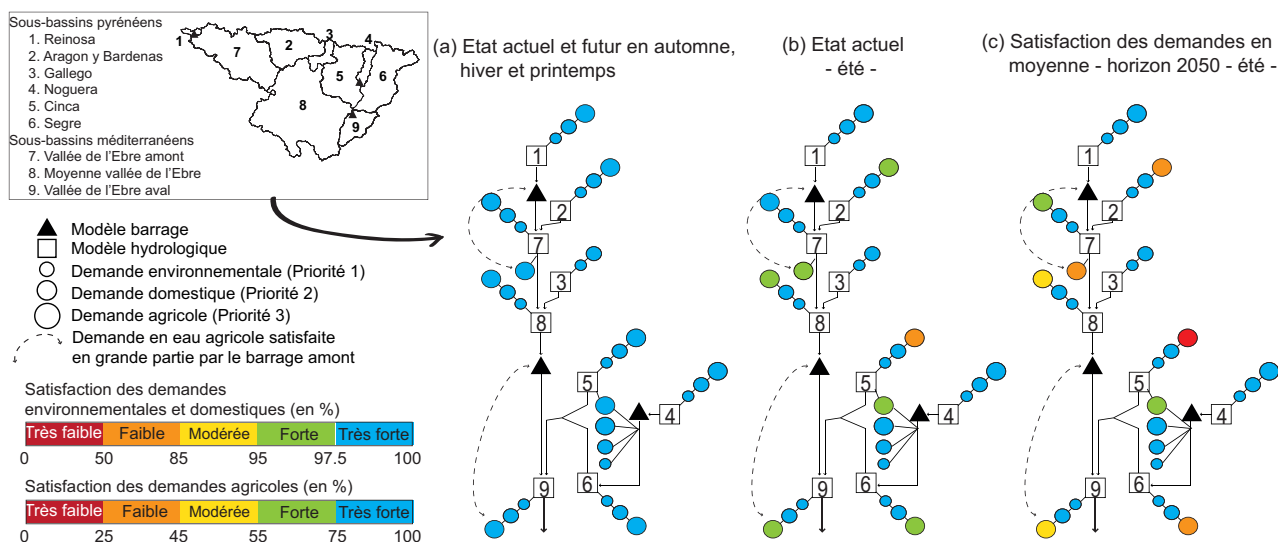
Source : Milano *et al.*, 2013b

rester inchangés, du fait d'une expansion de 30–40 % des surfaces irriguées et d'une augmentation de 25–30 % de la population.

Des tensions d'usages croissantes en été en l'absence de stratégies d'adaptation

D'après l'approche développée, les ressources en eau et les modes de gestion actuels des barrages permettent de satisfaire intégralement les demandes en eau, à l'exception des demandes agricoles (DA) du sous-bassin de la Cinca en été (Figure 3a-b). A l'horizon 2050, les débits écologiques et les demandes en eau domestiques seraient toujours intégralement satisfaites au cours de l'année. Seules les DA devraient subir des restrictions en été. D'après les estimations futures des demandes en eau de la CHE et les quatre scénarios climatiques, en moyenne, les DA devraient être peu à pas du tout satisfaites dans les bassins Cinca, Segre et Aragón y Bardenas, et être partiellement satisfaites dans la vallée de l'Ebre (ISD modéré). Dans les autres secteurs irrigués du bassin de l'Ebre, les ressources en eau devraient satisfaire les DA en grande partie, voir totalement (Figure 3c).

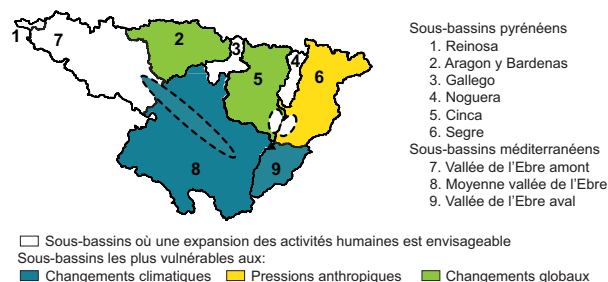
Figure 3 : Taux de satisfaction moyen de la demande en eau sur le bassin de l'Ebre en automne, hiver et printemps (a) et en été sur la période 1971-1990 (b) et à l'horizon 2050 (c)



Source : Milano, 2012

Cette approche intégrée a permis de représenter les enjeux actuels du bassin et d'identifier les régions les plus vulnérables aux pressions climatiques et/ou anthropiques (Figure 4) ainsi que les secteurs et saisons où des tensions d'usages risquent de se produire.

Figure 4 : Vulnérabilité du bassin de l'Ebre aux changements climatiques et anthropiques



Source : D'après Milano 2012

Bibliographie

CHE – Confederación Hidrográfica del Ebro (2011) *Propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico de la cuenca del Ebro*. Memoria versión 3.7. 281 pp. <http://www.chebro.es>

Milano, M. (2012). Changements globaux en Méditerranée : impacts sur le stress hydrique et la capacité à satisfaire les demandes en eau. Thèse de doctorat. Université Montpellier 2, France. <http://www.hydrosociences.org/spip.php?article787>

Milano, M., Ruelland, D., Fernandez, S. et al. (2013a). Current state of Mediterranean water resources and future trends under climatic and anthropogenic changes. *Hydrol.Sc. J.* 58(3), 1–21.

Milano, M., Ruelland, D., Dezetter, A. et al. (2013b). Assessing the capacity of water resources to meet current and future water demands over the Ebro catchment (Spain). In: *Considering hydrological change in reservoir planning and management*. IAHS Publ. 362. 8 pp.

Note : Ce travail résulte d'une thèse de doctorat réalisée dans le cadre d'un partenariat entre le Plan Bleu et le laboratoire HydroSciences Montpellier (2009–2012) sous la direction des Dr. Denis Ruelland et Dr. Eric Servat.

Recommandations

- Le développement d'approches de gestion intégrée de l'eau est nécessaire pour évaluer la capacité de stratégies d'adaptation à réduire les pressions exercées sur les ressources en eau et ainsi contribuer à leur mise en œuvre ;
- Les approches intégrées doivent être couplées à des supports graphiques intuitifs. Cela permet de comparer les systèmes de gestion, de fournir des conseils objectifs sur les priorités de gestion et de facilement transmettre les résultats aux décideurs ;
- Des collaborations entre gestionnaires locaux et scientifiques sont impératives pour adapter l'approche aux systèmes locaux de gestion et prendre en compte les scénarios d'usages de l'eau envisagés ;
- Cependant, il faut être conscient des choix méthodologiques et techniques faits. Les études prospectives font surgir des incertitudes à chaque étape liées à la difficulté de prédire le climat et les changements socio-économiques ;
- **La méthode développée vise à être aussi robuste et générique que possible en Méditerranée. Les résultats encouragent à l'appliquer sur d'autres bassins versants des rives est et sud afin d'accompagner les prises de décisions liées à la planification des ressources en eau pour anticiper des pénuries à l'horizon 2050.**