

Éric Servat
Gil Mahé

UMR HydroSciences Montpellier
(CNRS, IRD, UM1, UM2)
Maison des Sciences de l'Eau
Université de Montpellier 2
Place Eugène Bataillon
34095 Montpellier cedex 5
<Eric.Servat@msem.univ-montp2.fr>
<Gil.Mahe@msem.univ-montp2.fr>

Eau et zones arides : enjeux et complexité

Plus qu'ailleurs, dans les zones arides et semi-arides, la gestion durable des ressources en eau est un *challenge* permanent, dont la difficulté s'accroît depuis plusieurs décennies à cause, d'une part, des impacts du changement climatique et, d'autre part, de l'accroissement des populations et de leurs besoins en eau.

Afin d'apporter quelques éléments d'information actualisés sur la situation des ressources en eau et de leur usage dans les zones arides, nous avons rassemblé dans ce numéro spécial 18 études représentatives de problématiques scientifiques majeures, sur des terrains variés en Amérique du Sud et centrale, en Méditerranée, en Afrique subsaharienne et en Australie.

Situation générale : zones arides et ressources en eau

La première préoccupation dans les zones arides peuplées, c'est la disponibilité en eau par rapport à une demande sociétale croissante, comme le montrent Blinda et Thivet autour de la Méditerranée. Quelles sont les ressources en eau renouvelables, les perspectives d'évolution de la demande et les risques de pénurie ? Quels sont les risques de tension sur la ressource dans les régions où la demande augmente (en Afrique du Nord et au Proche-Orient, notamment) ? Blinda et Thivet analysent les sources d'approvisionnement – prélèvement, réutilisation, exploitation minière, dessalement –, les solutions de gestion des crises et l'adaptation des politiques de gestion de l'eau, sur la base de la Stratégie méditerranéenne pour le développement durable adoptée en 2005.

Les ressources identifiées, il reste à les mobiliser, grâce à des techniques dont Le Goulven dresse un inventaire, à partir d'exemples en Tunisie, au Brésil et au Mexique. Qu'il s'agisse d'eaux de surface ou

d'eaux souterraines, les moyens sont multiples pour stocker l'eau : barrages, réservoirs souterrains, aménagements superposés. Mais d'autres techniques permettent d'utiliser des ressources en eau non conventionnelles : désalinisation, réutilisation d'eaux usées, capture d'eau atmosphérique ou de rosée. Les instruments de la gestion sont l'irrigation traditionnelle ou localisée (goutte à goutte) et les techniques d'économies, qui doivent être accompagnées d'outils économiques et réglementaires.

Un troisième aspect de la problématique de l'eau dans les zones arides est la compréhension des processus hydrologiques à la surface et en subsurface et de leur variabilité en fonction de l'évolution des contraintes climatiques et anthropiques. Un très bon exemple est donné par Bonell et Williams à partir d'une revue de la recherche sur l'hydrologie sahélienne en Australie, synthèse de 15 années de travaux menés par le *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation* (CSIRO) entre 1975 et 1990. L'environnement naturel et le climat sont très semblables à ceux du Sahel d'Afrique de l'Ouest, ce qui rendrait très intéressante la comparaison des résultats dans les deux régions, l'environnement australien étant beaucoup moins perturbé par les activités anthropiques.

Observation et outils

Les données satellitaires sont utilisées à de multiples fins en hydrologie et en surveillance de l'environnement. Au titre du Centre commun de recherche de la Commission européenne d'Ispra, Combal *et al.* en donnent un exemple pour la détermination des zones humides en Afrique grâce aux données SPOT VEGETATION, avec une répétitivité de 10 jours.

La base de toute étude hydrologique reste l'observation au sol des pluies, des débits et de tous les autres paramètres climatiques et données piézométriques. Dans

l'article de Meddi et Meddi la variabilité pluviométrique est étudiée à l'échelle de l'Algérie. Ils mettent en évidence la diminution des pluies observée depuis plusieurs décennies, qui va de 20 à 30 % selon les régions. Cette baisse des pluies est également observée dans de nombreuses autres régions, au Maghreb et au Sahel notamment, et nous oblige à nous interroger : est-ce une manifestation du changement climatique en cours, qui laisserait prévoir, pour les prochaines décennies, un scénario semblable, mais amplifié, ou n'est-ce qu'un pur hasard ?

Enfin, la modélisation hydrologique qui sert à la simulation des débits est indispensable à l'étude des effets du changement climatique (pluies et évapotranspiration surtout) sur les régimes hydrologiques et les ressources en eau. Il existe plusieurs types de modèles selon les objectifs. Hermassi *et al.* nous proposent une étude qui vise à améliorer la modélisation d'un petit bassin-versant cultivé en Tunisie.

Impacts climatiques sur la ressource et l'environnement

Dans les régions où les ressources en eau sont limitées, la moindre perturbation d'un seul compartiment du cycle hydrologique peut avoir des répercussions majeures sur l'ensemble du cycle et sur la disponibilité en eau pour les différents usages qu'en ont les populations. Les perturbations peuvent être d'origine climatique ou anthropique, concerner les eaux souterraines ou les eaux de surface, ou l'environnement via l'érosion et les états de surface. Les impacts sur la ressource en eau concernent tous les domaines d'activité, depuis l'approvisionnement en eau potable jusqu'à l'irrigation, mais également la santé.

Les nappes

La recharge des nappes est intimement liée à la qualité des précipitations. La baisse des pluies enregistrée dans de nombreux pays arides et semi-arides depuis plusieurs décennies est le plus souvent associée à une baisse du niveau des eaux souterraines. Mais la pression anthropique semble être un facteur plus important encore : la surexploitation des eaux souterraines provoque une dégradation de la qualité des eaux, comme le montrent Ben Hamouda *et al.* dans leur étude de l'aquifère de la côte orientale du cap Bon en Tunisie, qui connaît une dégradation de la qualité de ses eaux, du fait de la surexploitation de la nappe et du développement de l'irrigation. Ben Ammar *et al.*, sur la base d'une étude géo-

chimique qui permet d'étudier l'évolution de la recharge, attribuent à une surexploitation locale des ressources et à la construction de barrages la diminution de la recharge de la nappe phréatique de la plaine de Kairouan depuis plusieurs décennies.

Les barrages

La construction d'un barrage répond à des besoins différents selon sa taille. Le point commun est la possibilité de disposer d'eau à tout moment de l'année, quelle que soit la variabilité du régime pluviométrique. À l'échelle d'une nation comme l'Algérie, la construction de grands barrages a constitué une priorité nationale. Rémini *et al.* apportent quelques éléments chiffrés sur les pertes en eau liées aux 57 grands barrages du pays : pertes par évaporation et par fuite, et surtout perte de capacité d'emmagasinement par envasement. La tendance dans de nombreux pays est à l'accélération de l'envasement, du fait d'une érodibilité accrue des pentes. Les plus grands barrages stockent des quantités d'eau très importantes et ont, de ce fait, un impact majeur sur les régimes hydrologiques, comme le montrent Sambou *et al.* : les écoulements du fleuve Sénégal sont modifiés par le barrage de Manantali. Cependant, si les écoulements de basses eaux ont varié significativement après la mise en service du barrage, la variabilité des écoulements des hautes eaux reste marquée, en Afrique de l'Ouest, par la rupture climatique de 1970.

Enfin, dans de nombreuses régions du monde, on a construit des petits barrages à vocation locale, essentiellement agricole et pastorale, pour permettre aux populations de ne pas quitter leurs villages pendant la saison sèche. Ces ouvrages sont très nombreux dans certains pays ou régions arides ou semi-arides comme le Nordeste du Brésil ou le Burkina-Faso. Ils sont également très utilisés dans des régions moins arides mais connaissant une longue saison sèche comme le nord de la Côte d'Ivoire. Cecchi *et al.* en font l'inventaire et étudient leurs potentialités hydrologiques. Les apports excessifs en eau et en sédiments dus à l'augmentation des coefficients de ruissellement, reliés à la disparition des environnements naturels, constituent aujourd'hui la principale menace sur ces ouvrages.

Les zones irriguées

L'irrigation est un sujet extrêmement vaste. Il est évoqué dans ce numéro par une étude de Simonneaux *et al.* sur l'apport de la télédétection à une estimation fiable de l'évapotranspiration de surfaces agrico-

les irriguées dans le Sud marocain. Dans un contexte de forte tension sur la ressource, les outils développés permettent une gestion plus précise de l'eau.

Érosion et occupation du sol

Avec l'augmentation de la population et des surfaces cultivées, la végétation naturelle disparaît et on observe une augmentation de l'érodibilité des sols, à l'origine de plusieurs problèmes : la perte de sols fertiles, l'augmentation de la turbidité dans les cours d'eau et de la vitesse d'envasement des barrages. Rajot *et al.* étudient la susceptibilité à l'érosion éolienne d'un sol sableux sahélien du nord du Burkina-Faso. Liéno *et al.* étudient l'évolution temporelle du transport de sédiments dans un petit cours d'eau du Nord-Cameroun, où, malgré la diminution de plus de 50 % des débits depuis le début de la sécheresse, les quantités de matières transportées restent identiques. Enfin, au Niger, Bouzou Moussa *et al.* s'intéressent aux conséquences géomorphologiques sur la dynamique hydroérosive des changements relatifs au climat et à l'occupation du sol, dans un contexte, là aussi, d'augmentation des coefficients de ruissellement.

Santé

Parmi les impacts des changements climatiques, ceux sur la santé font l'objet d'une attention accrue, mais restent difficiles à appréhender, qu'ils concernent une zone rurale et essentiellement le bétail (Ndione *et al.*), ou les populations de la ville de Saint-Louis au Sénégal (Mbaye *et al.*). Ndione *et al.* étudient la relation entre variabilité climatique, zones humides et fièvre de la vallée du Rift dans le Ferlo au Sénégal. Ils déterminent les conditions climatiques favorables au développement de l'épidémie dans une région de mares temporaires. Mbaye *et al.* étudient les relations entre occurrences de maladies infectieuses, climat et hydrologie en zone urbaine à Saint-Louis du Sénégal, et mettent en évidence la plus grande vulnérabilité des populations qui habitent les quartiers les moins bien équipés en structures sanitaires.

Ressources en eau et socio-économie

Pour terminer, Daniell présente les impacts majeurs de 10 années de sécheresse sur les ressources en eau, les usages et toute l'économie du Sud-Est de l'Australie, et les liens avec le changement climatique et El Niño. ■