

## 2.2 Impact sur la ressource en eau

Pierre Chevallier - Institut de Recherche pour le Développement  
et Institut Languedocien de recherche sur l'Eau et l'Environnement

Pierre Chevallier travaille sur l'impact du changement climatique sur la ressource en eau depuis 1993 au sein de l'unité de recherche Great Ice de l'IRD. Il s'intéresse particulièrement aux milieux de hautes montagnes (Cordillère des Andes, Himalaya). Il est directeur de l'Institut Languedocien de recherche sur l'Eau et l'Environnement et expert auprès du Comité Scientifique du programme national Gestion et Impacts du Changement Climatique (GICC). Il a participé à la Conférence des Parties de la Convention des Nations Unies sur le Changement Climatique (UNCCC) à Bonn en 2004 comme expert invité par la délégation du Pérou. Il doit intervenir comme correcteur du quatrième rapport du GIEC (2007).

### MESSAGES CLÉS

- L'impact du changement climatique sur la ressource en eau ne peut pas être facilement isolé, de celui des autres changements affectant le milieu continental, en particulier ceux liés aux activités humaines, sauf dans quelques cas comme celui – spectaculaire et durable – du recul des glaciers et de la diminution de la couverture neigeuse.
- Le changement climatique joue un rôle significatif sur la disponibilité de la ressource en eau. Il faut toutefois rester prudent dans les projections futures, cette disponibilité étant largement dépendante de l'état du milieu récepteur pour lequel on ne peut formuler que des hypothèses.
- Les modélisations récentes sur les trois grands bassins français (Rhône, Seine et Adour-Garonne) indiquent une tendance à un affaiblissement des débits d'étiages estivaux à l'horizon 2100 sous les hypothèses du GIEC. Les résultats obtenus sur la période hivernale ne sont pas significatifs.
- A l'échelle locale et sur des durées courtes (de la journée au mois), les augmentations, mêmes modestes, attendues sur la fréquence et l'intensité de certains événements climatiques (précipitations, températures) peuvent voir

leurs impacts sur la ressource en eau significativement amplifiés lorsqu'elles sont combinées à des situations loca-

les particulières : crue rapide, inondation, sécheresse, pollution, etc.

## INTRODUCTION

La gestion de la ressource en eau a été de tout temps une préoccupation majeure des sociétés humaines et les spécialistes de ces questions s'accordent tous à penser qu'elle le restera encore dans un futur qui risque de se prolonger. De grandes rencontres ont été organisées depuis 30 ans à l'échelon des nations et des grands groupes d'intérêts (Mar del Plata, 1976 ; Dublin 1992 ; Marrakech, 1997 ; La Haye, 2000 ; Kyoto, 2003). Des organisations ou des programmes internationaux ont vu le jour (Global Water Partnership, Conseil Mondial de l'Eau, International Water Management Institute, le Programme Hydrologique International, etc.). La question de l'impact du changement climatique sur cette ressource est apparue avec une importance croissante dans ces différentes manifestations, toujours associée à une préoccupation de gestion de la disponibilité.

En effet, les questions liées à la disponibilité de l'eau sont particulièrement délicates là où la ressource est faible ou mal distribuée (bassin méditerranéen, régions de mousson, zones arides et désertiques, etc.), là où les conditions climatiques engendrent des événements catastrophiques, là où les activités humaines (agriculture, industrie, urbanisme, mines, production énergétique, etc.) conduisent à une dégradation rapide et quelquefois irréversible de sa qualité, et, enfin, là où elle fait l'objet de la convoitise d'usagers potentiels aux intérêts contradictoires.

Dans le présent rapport, plusieurs chapitres traitent d'élé-

ments du cycle de l'eau (précipitations, couverture neigeuse, débits des cours d'eau ou de domaines dans lesquels l'eau constitue un élément important (forêt, agriculture, santé, énergie). Il est apparu intéressant de proposer un court chapitre synthétique présentant une vision d'ensemble, avec ses certitudes, mais aussi ses contradictions et ses questionnements.

## CHANGEMENT GLOBAL

### ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

La ressource en eau est au cœur des problèmes posés par ce que l'on a coutume d'appeler les changements globaux. On admet souvent pour simplifier que cette notion recouvre trois grands domaines qui sont étroitement liés entre eux :

- D'une part, la variabilité naturelle intrinsèque de l'environnement. La dynamique environnementale est en constante évolution et l'eau en est un acteur fondamental comme vecteur de transport, de vie, de façonnage des paysages, etc.
- D'autre part, le rôle des sociétés humaines qui adaptent cet environnement à leurs besoins dont la ressource en eau est un élément central.
- Enfin, le changement climatique observé depuis environ un siècle et pour lequel les scientifiques ne mettent plus en doute le rôle joué par l'homme (IPCC, 2001). La ressource en eau y est intrinsèquement associée, le réchauffement global ayant des liens reconnus avec les régimes de préci-

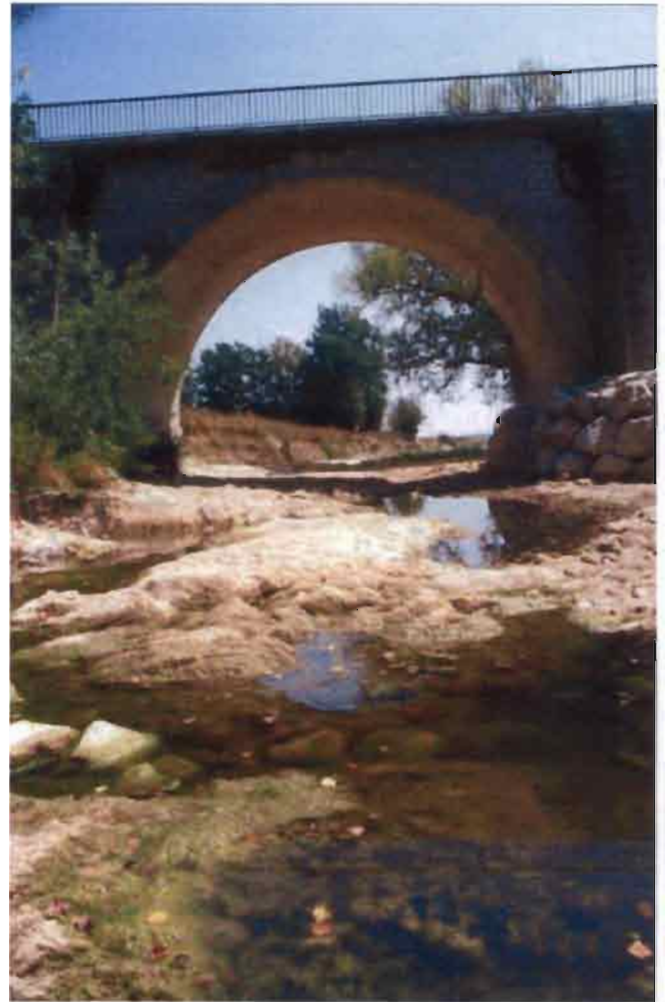
pitation et d'écoulement, avec l'étendue des couvertures glaciaires et neigeuses et, enfin, avec la fréquence et/ou l'intensité d'événements extrêmes.

Il est important de noter que ces trois volets sont indissociables. Une tendance récente de certaines analyses est de faire porter sur le seul changement climatique une large partie de la responsabilité des dysfonctionnements environnementaux constatés. C'est en effet une échappatoire commode dans un monde où pour des raisons politiques, économiques ou juridiques, il est plus facile de faire porter le chapeau d'une catastrophe à un événement climatique qu'à chercher une responsabilité dans un choix malheureux d'aménagement. Cela permet de rejeter la responsabilité à un échelon global où tout le monde est impliqué, mais dont personne ne possède la maîtrise. L'échappatoire est peu justifiable : dans les faits, le changement climatique est un nouveau déséquilibre qui s'impose à des conditions environnementales critiques, directement liées aux activités humaines. Le changement climatique en accentue toutefois les conséquences.

La notion de changement global est toujours associée à celle d'espace et de temps.

- En terme d'espace, cela signifie qu'il est important de bien définir les territoires auxquels on s'intéresse et prendre conscience que chaque situation est une situation particulière. Lorsqu'on s'intéresse à la ressource en eau, ces territoires sont souvent des bassins versants permettant d'intégrer la notion amont > aval : en matière de ressource en eau, toute intervention ou tout événement se produisant en un lieu donné est susceptible d'avoir des consé-

quences sur l'espace qui se trouve dans le bassin à l'aval de ce lieu.



- En terme de temps, les changements globaux se manifestent pour la ressource en eau sous toutes les formes, depuis les temps géologiques (formation des paysages, grandes glaciations, par exemple), les échelles séculaires

ou décennales (aménagement des territoires, grands ouvrages hydrauliques, par exemple), les variations annuelles et saisonnières (variabilité climatique interannuelle, rotation des cultures, par exemple), jusqu'aux événements instantanés (crues et sécheresses, ruptures de réservoir, par exemple).

Le changement climatique intervient en association avec les autres changements à toutes ces échelles d'espace et de temps et il est difficile de faire la part de ce qui lui revient et de ce qui relève d'autres processus, qu'ils soient naturels ou qu'ils soient liés aux activités des sociétés humaines.

### VALUATION DE L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA RESSOURCE EN EAU

L'hydrologue est donc confronté à un problème délicat lorsqu'il cherche à évaluer la part due au changement climatique dans les modifications observées sur la ressource en eau en un lieu et à un moment donné. Cela est d'autant plus vrai lorsqu'il s'agit de faire des projections à moyen ou à long terme. Les simulations prospectives sont cependant nécessaires pour de nombreuses raisons. Un exemple l'illustrera aisément.

Même s'ils sont parfois contestés (il ne s'agit pas ici de discuter de ce point), les grands ouvrages hydrauliques (barrages, canaux, périmètres irrigués, usines hydroélectriques, endiguement) sont des investissements très coûteux destinés à durer plusieurs dizaines, voire centaines, d'années. Le financement de tels ouvrages est le plus souvent prévu avec un amortissement sur des durées très longues (50 ans et plus). Le rendement de ces ouvrages est donc établi sur une évaluation statistique de leur hydraulité (rapport du volume d'eau

disponible sur un cycle donné, par rapport à un cycle moyen de même nature) faite à partir de l'observation considérée comme stable (on dit aussi stationnaire). Un changement climatique a pour conséquence une instationnarité de l'observation statistique qui va introduire une erreur difficile à quantifier sur le calcul et les conditions de l'amortissement financier de la construction de l'ouvrage.

Aujourd'hui les hydrologues disposent de deux familles de méthodes pour évaluer l'impact du changement climatique sur la ressource en eau : celles qui s'appuient sur l'analyse statistique des séries d'observations et celles qui consistent à conceptualiser au moyen de modèles mathématiques, généralement complexes, l'ensemble des processus en jeu :

- L'analyse statistique des observations permet de dégager des tendances et des évolutions, ainsi que des ruptures dans les séries temporelles, marquant des changements dans la stationnarité des séries. Ces observations concernent aussi bien les données climatiques que la ressource en eau de surface et souterraines. Si les premières sont le plus souvent ponctuelles (depuis une vingtaine d'années seulement, l'observation satellitaire ou à l'aide de radars terrestres, permet cependant de les spatialiser avec une plus ou moins bonne précision et résolution), les secondes intègrent en un lieu donné l'ensemble des processus naturels et artificiels qui se sont produits à toutes les échelles de temps à l'amont de ce lieu. En Europe, il existe un certain nombre de stations climatiques et hydrologiques dont la durée d'observation dépasse la centaine d'années.
- La modélisation se déroule actuellement en deux étapes. Une première étape qui consiste à mettre en œuvre des modèles de circulation générale fournissant les paramètres

de forçages climatiques. Ils ont été présentés dans la première partie de ce rapport. L'hydrologue utilise essentiellement deux variables en sortie de ces modèles : la précipitation et la température. La précipitation est la variable d'entrée dans le cycle de l'eau continentale, qu'elle soit sous forme solide (neige) ou liquide (pluie) ; c'est une information éminemment variable dans le temps et dans l'espace et la résolution actuelle des modèles de circulation générale ne la donne pas toujours avec une très grande précision. La température est la résultante du bilan énergétique entre le continent et l'atmosphère; elle permet donc de régler l'ensemble des processus d'échange. La deuxième étape consiste dans l'application de ces paramètres, perturbés par le changement climatique, dans des modèles de fonctionnement qui vont permettre de simuler la distribution de l'eau et son transfert sur le continent, en surface comme dans le compartiment souterrain. On conçoit bien que cette deuxième étape est étroitement liée au milieu dans lequel elle se déroule, à sa description et à son évolution. Aujourd'hui, lorsque les prévisions issues des modèles climatiques sont utilisées pour simuler des situations futures, on ne peut utiliser ces modèles de fonctionnement qu'en faisant des hypothèses très simples sur ce que seront les milieux d'application dans le futur, parfois même en considérant que le milieu du futur sera le même que celui du présent (ce qui est peu vraisemblable a priori).

Ces considérations expliquent pourquoi il convient d'être prudent dans l'interprétation des résultats qui sont présentés lorsqu'on parle d'impact du changement climatique sur la ressource en eau. Il n'en reste pas moins que lorsque les modèles confirment les observations et que lorsque les observations indiquent des tendances significatives, l'attention et

l'analyse des hypothèses les plus pertinentes sont nécessaires pour, d'une part, prendre la mesure de l'évolution et, d'autre part, agir sur les activités humaines et sur l'aménagement du territoire pour rééquilibrer les effets négatifs du changement climatique sur la disponibilité de la ressource en eau.

### CHANGEMENT CLIMATIQUE ET RESSOURCE EN EAU

Devant la complexité des interactions multiples, il est légitime de se poser la question de savoir s'il y a un réel impact du changement climatique sur la ressource en eau ou si le signal de ce changement reste faible devant l'amplitude des conséquences liées à d'autres changements.

Les résultats des modélisations qui ont été réalisées récemment sur trois grands bassins français, la Seine, Le Rhône et l'ensemble Adour-Garonne, indiquent une tendance à une diminution probable des débits d'étiage durant les mois d'été à l'horizon 2100 sous les hypothèses des scénarios du GIEC ; cette diminution est principalement due à l'augmentation de l'évaporation avec la température. En hiver les résultats ne sont pas significatifs, couvrant une large enveloppe de part et d'autre de la situation actuelle ; en effet, les effets contradictoires d'une diminution de la couverture neigeuse et d'une augmentation des précipitations hivernales sont variables selon les régions et selon les hypothèses et les modèles utilisés (voir figures 2 et 4 du chapitre sur les changements climatiques en France par Serge Planton). Ces tendances, parfois contradictoires, soulignent la prudence qu'il faut conserver dans l'interprétation de résultats soumis à des influences qui ne sont pas uniquement climatiques.

En France, la manifestation directe la moins contestable du changement climatique sur la ressource en eau concerne le

recul des glaciers et la diminution de la couverture neigeuse, en particulier en moyenne montagne, avec les conséquences qui les accompagnent. Une autre manifestation directe est la modification de la fréquence et de l'intensité des événements climatiques extrêmes (précipitations, vent, températures). Toutefois, dans ce cas, les conséquences observables sont liées au rôle de tampon joué par le milieu et par son usage qui peuvent parfois amplifier considérablement le signal climatique. C'est, par exemple, le cas de fortes précipitations en milieu urbanisé conduisant à des inondations dévastatrices, comme à Nîmes en octobre 1988, ou bien le cas d'une irrigation intensive utilisant les réserves appauvries d'eau après une période de faibles précipitations, comme lors de l'été 2005 dans tout l'ouest de la France.

Dans pratiquement toutes les autres situations, l'effet du changement climatique est combiné avec des altérations du milieu liées aux activités humaines. C'est dans une certaine mesure rassurant, puisqu'on peut penser qu'une adaptation raisonnée est envisageable, tout au moins pour ce qui concerne la ressource en eau dans le cas de notre pays.

## RÉFÉRENCES

■ A l'initiative du Programme National GICC, le Ministère de l'Écologie et du Développement Durable et le Groupement MEDIAS-France préparent actuellement un ouvrage collectif de synthèse sur l'impact du changement climatique sur la ressource en eau, en particulier en France. Coordonné par Pierre Chevallier, plusieurs des auteurs du présent rapport doivent y participer. Il devrait être disponible vers le milieu de l'année 2006.

■ Une partie des idées développées dans ce chapitre est issue d'une présentation faite dans le cadre du Forum Mondial du Développement Durable.

■ Chevallier, P., Les ressources en eau, in *Pour que revive la Planète - Panorama 2004 - Forum Mondial du Développement Durable* ; T1 : L'environnement harcelé ; T2 : Croissance économique et développement / La gouvernance et la cohésion sociale, J.-P. Hauet (éditeur), pp. 37-57, Passages, Paris, 2004. Existe aussi en CD-Rom (Édité par BEA Conseil).

Pour en savoir plus :

Institut de Recherche pour le développement : [www.ird.fr](http://www.ird.fr)

Institut Languedocien de recherche sur l'Eau et l'Environnement : [www.ifr-ilee.org](http://www.ifr-ilee.org)

Global Water Partnership / Partenariat Global pour l'Eau, Stockholm [www.gwpforum.org](http://www.gwpforum.org)

World Water Council / Conseil Mondial de l'Eau, Marseille [www.worldwatercouncil.org](http://www.worldwatercouncil.org)

International Water Management Institute / Institut International pour la Gestion de l'Eau, Colombo [www.iwmi.cgiar.org](http://www.iwmi.cgiar.org)

International Hydrological Programme / Programme Hydrologique International, [www.unesco.org/water/ihp](http://www.unesco.org/water/ihp)

Chevallier Pierre

Impact sur la ressource en eau

In : Le Treut H. (préf.), Jouzel J. (préf.) Impacts climatiques en France. Paris : Greenpeace, 2008, p. 72-77.