

## L'eau et l'agriculture : pourra-t-on éviter une crise ?

Charles Riou

**V**a-t-on réellement vers une crise à grande échelle en ce qui concerne l'utilisation de l'eau ? Quelles mesures doivent-elles être prises pour la prévenir ? La qualité de l'eau se dégrade-t-elle ? L'irrigation a-t-elle encore un avenir ? Voici autant de questions que peut se poser toute personne qui, en suivant l'actualité, entend les cris d'alarme d'organisations internationales comme la FAO et l'UNESCO, apprend que des crises ont été provoquées par la pollution ou que de vastes projets mettant l'accent sur l'ampleur des besoins en eau sont élaborés... Comment en est-on arrivé là, alors que l'eau a pu pendant si longtemps être considérée sinon partout comme une ressource disponible, du moins comme un bien naturel convenablement géré ?

### Répartition de la ressource en eau disponible dans l'espace et dans le temps

#### Eau renouvelable, prélèvement, consommation

L'eau annuelle renouvelable correspond à la différence entre la pluie et l'évaporation de l'année. On peut l'évaluer en

estimant ou mesurant les deux termes du bilan, ce qui n'est pas aisé sur toute la planète ; on peut aussi estimer ou mesurer le volume d'eau ruisselé annuel, ce qui est parfois plus simple. Cette dernière estimation regroupe en fait les eaux s'écoulant en surface et les nappes superficielles qui sont finalement drainées par les cours d'eau. Seule une faible quantité d'eau, négligeable à l'échelle de l'année, s'infiltré considérablement dans le sol pour alimenter les ressources profondes. Même si ces dernières sont très importantes, il faut remarquer que leur renouvellement demande des centaines ou des milliers, voire même des dizaines de milliers d'années. Une saine gestion de l'eau doit donc s'appuyer sur la ressource renouvelable. Il faut par ailleurs distinguer le prélèvement de la consommation d'eau. Les centrales nucléaires, par exemple, en utilisent une grande quantité pour leur circuit de refroidissement mais en restituent une partie au réseau hydrologique. Il en est de même pour l'industrie et l'activité ménagère. Il n'en reste pas moins que les différentes activités expriment leurs besoins en eau en faisant état des prélèvements.

#### Répartition de l'eau renouvelable sur la planète

Les données récentes établies par l'UNESCO [1] permettent d'évaluer la ressource renouvelable en eau de la planète à  $42\,700\text{ km}^3$  ( $1\text{ km}^3 = 10^9\text{ m}^3$ ), soit une disponibilité annuelle par habitant de  $7\,650\text{ m}^3$ . Ce chiffre paraît bien confortable surtout si on le rapproche des  $2\,000\text{ m}^3$  que la FAO estime néces-

C. Riou : INRA, Domaine de la Grande Ferrade, 71, avenue Édouard-Bourleaux, BP 81, 33883 Villenave-d'Ornon cedex, France.

Tirés à part : C. Riou

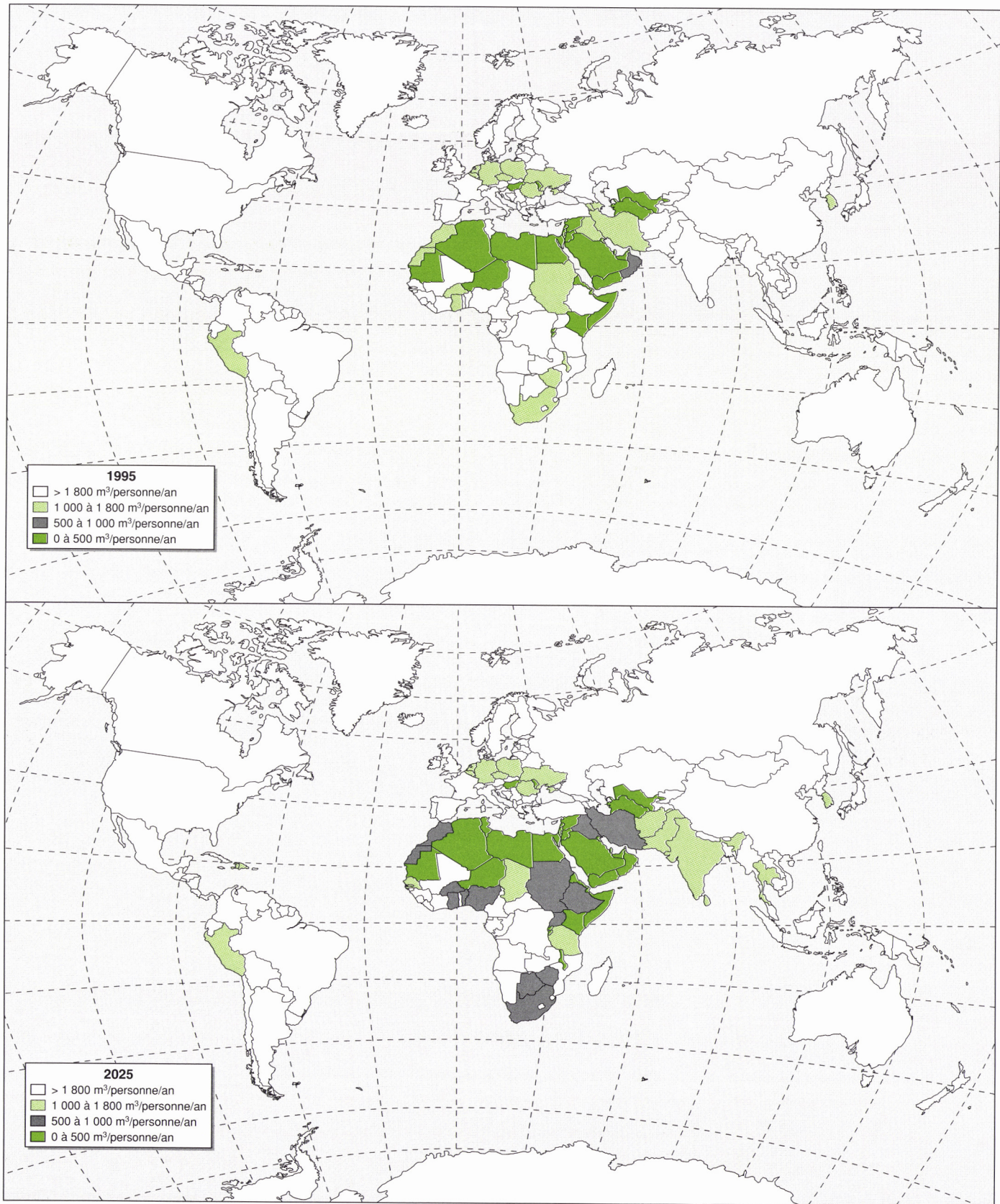


Figure 1. Ressources en eau renouvelables annuellement par habitant en 1995 et estimées pour 2025 par la FAO.

Figure 1. Renewable water per year and per inhabitant by 1995 and forecasts FAO for 2025.

## Summary

### Water and agriculture: could a crisis be avoided?

C. Riou

*There is already a water crisis in the agricultural sector, and it might get worse in many countries, even in Europe. Renewable water resources are quite accurately evaluated. Only part of these resources is actually available and the present mean per inhabitant and per year is around 2.500 m<sup>3</sup>, which is just above the limit at which problems could occasionally occur (2.000 m<sup>3</sup>). There are many crucial disparities however, i.e. a number of countries are already well beneath this critical threshold, particularly those located in the southern Mediterranean region and western Asia.*

*Water consumption will continue to increase as the world population grows and individual use rises, the latter being accentuated by urbanization, and as a result of industrial development and irrigation. Agriculture is presently responsible for 70% of the total amount withdrawn, and this level is even over 90% in several countries. There is a substantial margin as in agricultural conditions water can be saved by renewing the distribution network, adopting more cost-effective techniques and improving water-use management. However, in the years to come, it will be necessary to produce more to feed a larger population on limited arable land, i.e. increasing production with the inevitable development of irrigation – irrigated cropping systems already supply around one third of all food products.*

*In addition, deterioration of water quality, especially noticeable in intensive farming areas but also elsewhere, is further aggravated by inter-annual and seasonal irregularities in resource availability and demand.*

*In France, agriculture is still the top consumer even though the water withdrawn only represents one fourth of the resources. The deterioration of water quality and episodic summer crises have altered the way irrigation is perceived and evaluated. Closeby, the situation is quite serious in other southern Mediterranean countries: increased needs and very few resources, salinization of irrigated areas, equipment in need of repair, and insufficiently recycled waste water. This situation is worsened by erosion, and even by desertification in certain cases, as well as by the threat of unfavourable climatic changes.*

*In order to deal with this issue, governments have to clearly draw up and promote a water policy that focuses upon increasing the resource and improving its distribution (infrastructure, waste water recycling, inter-regional exchanges). Water quality should be supervised in a more efficient and responsible way.*

*Research must be better organized and focused on the following main topics:*

*– Multidisciplinary research aimed at controlling pollution, with the contribution of different specialists such as chemists, hydrologists, ecotoxicologists, and economists.*

*– Technological research to recycle waste water.*

*– Socioeconomic research to develop – in collaboration with other specialists – tools for managing water at different levels, e.g. farms, watersheds, regions.*

*– Finally, plant biology and agronomic research, focusing especially on interactions between water and photosynthesis, soil and root systems, water production and consumption, on stress resistance of both hydrous and salty, and on genetic improvement to obtain varieties with high drought tolerance.*

Cahiers Agricultures 1999 ; 8 : 295-300.

saires pour un développement satisfaisant. En fait, il faut le corriger. Une importante partie de cette ressource renouvelable est très difficilement accessible, notamment celle qui est située dans les hauts bassins de l'Amazone et

du Congo. Par ailleurs, une deuxième part doit continuer de ruisseler pour permettre le transport des eaux usées et une troisième, enfin, ne peut être maîtrisée au moment des fortes crues... Finalement, on ne peut actuellement considé-

rer comme réellement disponibles que 2 500 m<sup>3</sup> par an et par habitant, ce qui nous rapproche du seuil critique.

En fait, et c'est là le point le plus important, la répartition de l'eau renouvelable dans le monde est très inégale (figure 1). Six pays – Brésil, Russie, Canada, États-Unis, Chine et Inde – possèdent près de la moitié de la ressource. En moyenne, un habitant des États-Unis dispose de 7 030 m<sup>3</sup> d'eau par an, un Canadien de 17 400 m<sup>3</sup> et un Sud-Américain de 38 000 m<sup>3</sup>, contre 710 m<sup>3</sup> pour un Africain du Nord et respectivement 1 770 et 2 110 m<sup>3</sup> pour un habitant de l'Asie du Sud et de l'Ouest... Même en Europe, l'inégalité est forte : l'Européen du Nord dispose d'eau en abondance (30 400 m<sup>3</sup>/an), pas celui du Centre (2 120 m<sup>3</sup>).

### Variation de la ressource dans le temps

L'inégalité de la répartition dans le temps aggrave souvent le problème de la disponibilité en eau. Il n'existe pas, sur l'ensemble de la planète, d'infrastructures capables de stocker l'excès d'eau saisonnier et de le restituer en temps utile. Quand la pluviosité est mal répartie, ce qui est souvent le cas, il peut y avoir dans un même pays à la fois des dommages causés par les inondations et une pénurie d'eau pendant la saison sèche... En Afrique du Nord, le système hydrographique n'est pas suffisamment structuré en plaine pour permettre l'écoulement des fortes crues venant des zones d'altitude et les inondations sont fréquentes. À l'irrégularité saisonnière qui, elle au moins, peut être prévue, s'ajoute l'irrégularité interannuelle imprévisible et très forte dans les pays secs, souvent aggravée par l'existence d'années consécutives présentant le même caractère de sécheresse (ou d'abondance) : il est fréquent d'avoir 5 années sèches de suite en Tunisie et la sécheresse du Sahel a duré plus de 15 ans [2]. Ajoutons que des années pluvieuses accompagnées de récoltes excédentaires peuvent également poser des problèmes de stockage et d'écoulement des produits agricoles. L'irrégularité interannuelle est ainsi particulièrement forte en Europe centrale et méridionale, en Afrique du Nord et de l'Ouest ainsi qu'en Asie occidentale.

## Évolution de l'utilisation de l'eau et besoins de l'agriculture

On assiste à une croissance régulière du prélèvement de l'eau dans le monde, avec toutefois une augmentation particulière depuis 1950. La dernière tentative sérieuse d'évaluation des prélèvements actuels d'eau par la FAO a conduit à une estimation de 3 220 km<sup>3</sup> par an. Ce chiffre ne doit pas être considéré comme rassurant car ce qui compte ici c'est, par pays ou région, le taux de prélèvement par rapport à la ressource renouvelable. Or, si le chiffre moyen de 7,1 % est faible, on constate que certains pays consomment en moyenne, actuellement, une très grande partie de leurs ressources, notamment l'Afrique du Sud (51 %), la Tunisie (87 %), l'Iran (54 %), le Pakistan (63 %), la Bulgarie (77 %) et la Roumanie (70 %). Certains pays consomment davantage que leur ressource renouvelable en puisant dans les nappes profondes ou en bénéficiant d'eau venant d'autres pays (ou, pour des pays très riches, en dessalant l'eau de mer). C'est le cas, entre autres, de la Mauritanie, de la Libye, de l'Irak, de la Jordanie, d'Israël, de la Belgique, de la Hongrie et de plusieurs pays de l'ex-URSS.

Les tendances qui sont à l'origine de l'augmentation de la consommation d'eau continueront à s'exercer : accroissement de la population, urbanisation, développement de l'industrie et de l'irrigation. L'agriculture utilise, à l'heure actuelle, 71 % du total d'eau prélevé (contre 9 % pour la collectivité et 20 % pour l'industrie) pour irriguer 250 millions d'hectares à travers le monde, dont 64 % en Asie, 11 % en Amérique du Nord, et 9 % dans l'ex-URSS. L'Asie consomme, à elle seule et pour l'agriculture, 40 % du prélèvement d'eau total de la planète. On peut noter que l'Inde, qui fait partie des 6 pays privilégiés vis-à-vis de l'eau, prélève déjà aujourd'hui 44 % de sa ressource renouvelable dont plus des neuf dixièmes rien que pour l'agriculture !

Les prévisions les plus modérées prolongent l'évolution actuelle avec une augmentation notable des besoins de l'agriculture et indiquent un prélèvement total, en 2025, de 5 000 km<sup>3</sup> dont 3 000 pour l'agriculture.

Ces prévisions s'appuient aussi sur le fait que la superficie des terres arables restera stationnaire. Il se perd chaque année 1 % de terre par érosion, salinisation, acidification ou prélèvement pour l'urbanisation. La réserve de terres est certes importante, mais les meilleures sont actuellement déjà cultivées [3]. Ainsi, pour faire face à l'augmentation des besoins alimentaires, la seule réponse sera l'augmentation des rendements. Pour beaucoup de spécialistes et pour la FAO, elle s'accompagnera d'un développement de l'irrigation qui touche actuellement 17 % des terres arables mais permet de fournir déjà un tiers de la production agricole totale et de nourrir 2,4 milliards d'habitants.

### Cas de la France

La situation française est, dans l'ensemble, plutôt satisfaisante avec, en moyenne, une disponibilité de plus de 3 000 m<sup>3</sup> par an et par habitant, un prélèvement de 25 % de la ressource renouvelable se répartissant à hauteur de 15 % pour l'agriculture, d'autant pour les collectivités et de 70 % pour l'industrie et les centrales nucléaires.

En revanche, si la consommation totale ne représente que de 5 % de l'eau renouvelable, l'agriculture en est le plus gros utilisateur (43 % de la consommation totale en 1994), talonnée par la production d'eau potable (42 %), l'industrie et les centrales nucléaires n'utilisant que les 15 % restants.

Face à cette position prédominante de l'agriculture, il faut mentionner qu'en France également, la ressource en eau est inégalement répartie et que la demande évolue fortement dans le temps. Les trois bassins Rhône-Méditerranée-Corse, Adour-Garonne et Loire-Bretagne représentent 80 % de la ressource totale. Les surfaces irriguées se sont beaucoup étendues depuis une vingtaine d'années, passant de 801 000 hectares en 1979 à 1 620 000 hectares en 1995 ; 44 % de cette surface est consacrée au maïs, vergers, fourrages et légumes en occupent 27 % à égalité pour chaque production.

Les besoins ainsi créés ont parfois des conséquences malheureuses. C'est le cas de la nappe de la Beauce mise à contribution de façon excessive, ce qui a entraîné le tarissement de certains cours d'eau. Le déplacement de la pointe de la

consommation d'eau agricole en été peut entraîner des crises passagères en année sèche, quand les réserves sont insuffisamment reconstituées au printemps ou quand le déficit de pluviosité se prolonge. Cela a été le cas en 1976, 1989 et 1990. Un examen attentif de la situation montre par exemple que, dans le bassin Adour-Garonne, à très fort taux d'irrigation, on est actuellement à peine capable de faire face à une année à la pluviosité un peu déficitaire.

Cette situation a conduit parfois l'opinion publique à mettre en cause l'irrigation, comportement aggravé par l'assimilation de l'agriculture irriguée à l'agriculture intensive responsable de la pollution. On évolue ainsi vers un nouveau concept : celui de la gestion de la ressource en eau par de nombreux partenaires qui, tous, ont leur mot à dire.

La décision de créer des infrastructures pour l'eau, leur choix et l'affectation de la ressource sont alors des questions débattues par de nombreux utilisateurs potentiels, ce qui diminue l'influence de l'irrigant dans ce domaine, et ce d'autant plus que sa redevance à l'agence du bassin est en général faible. Les menaces sur la qualité de l'eau ont aussi contribué à cette situation.

### Menaces sur la qualité de l'eau

Le problème de la qualité de l'eau se pose depuis longtemps dans certains pays – celui des eaux salées dans les pays méditerranéens – mais ce qui se passe actuellement est lié à l'activité humaine. La dégradation de la qualité de l'eau est mise en évidence dans les pays développés, notamment parce que c'est là que les contrôles de qualité sont les plus nombreux. Elle est liée, en fait, à l'intensification de l'utilisation des engrais et des produits phytosanitaires ainsi qu'à la pollution d'origine industrielle et à l'urbanisation. La pollution peut être microbiologique ou chimique [4]. Métaux lourds, nitrates et phosphore (entraînant l'eutrophisation) en excès et composés organiques toxiques sont les principaux responsables de la pollution, mais l'érosion entraîne aussi une charge solide qui se dépose derrière des barrages, abrège leur vie (comme en Tunisie) et gêne le développement de la vie aquatique. Les lacs, où aboutissent les produits polluants,

doivent être surveillés, voire nettoyés. Les nappes superficielles peuvent être atteintes par les polluants du sol entraînés par l'infiltration de l'eau dans des délais plus ou moins longs, phénomènes qui continuent à se produire même quand les apports de polluants sont réduits à la surface du sol. D'une façon générale, la durée de la « restauration » est très supérieure à celle de la contamination, ce qui conduit à préconiser des mesures d'urgence. Il est bien évidemment impossible de dresser un état planétaire de la pollution sur le modèle de celui qui a été esquissé pour la ressource en eau. Actuellement, plusieurs pays comme les États-Unis, le Canada et l'Australie publient régulièrement les mesures de contrôle réalisées. Mais l'important est évidemment de mettre en œuvre des pratiques pour réduire la pollution.

## Pays au sud de la Méditerranée

Comme on l'a vu précédemment, les pays situés au sud de la Méditerranée sont souvent dans une situation difficile : ressource en eau insuffisante et irrégulière, croissance démographique fréquemment élevée, urbanisation et exode rural importants. Il faut ajouter que de nombreuses infrastructures sont à restaurer et que l'érosion et la salinisation menacent les terres cultivées. Les prévisions concernant les changements climatiques sont plutôt alarmantes. Dans cette partie du monde, des situations potentiellement conflictuelles existent entre pays voisins pour l'accès à la ressource en eau. Imaginons, par exemple, ce qui peut arriver si l'Éthiopie et le Soudan font diminuer le débit du Nil et affectent ainsi la ressource en eau de l'Égypte dont les besoins continuent à croître [5]...

## Bilan : des prévisions alarmantes et des espoirs

La situation mondiale est donc assez sombre. Compte tenu de l'augmentation prévisible des besoins en eau, la FAO annonce qu'une trentaine de pays verront leurs difficultés augmenter encore

dans un proche avenir pour passer sous le seuil des 1 000 m<sup>3</sup> d'eau par an et par habitant [6], le sud de la Méditerranée et l'Asie occidentale étant particulièrement concernés. Par ailleurs, il a été fait état des menaces actuelles qui pèsent sur la qualité de la ressource. Enfin, on a vu qu'on attend de l'irrigation qu'elle contribue à augmenter la production alimentaire alors qu'on préconise l'économie de l'eau !

Tout cela pourrait conduire à se laisser aller au pessimisme. Il existe cependant quelques raisons d'espérer.

D'abord, certains pays ont réussi à contrôler l'augmentation de leur population, entre autres la Tunisie, et on peut penser que d'autres pays feront des efforts dans ce sens. Il est également possible d'accroître la ressource en eau disponible dans beaucoup de pays, encore faut-il avoir la possibilité financière de lancer de grands travaux d'infrastructure. Le transport de l'eau des zones excédentaires vers les zones déficitaires est déjà effectif et reste une solution à l'intérieur d'un pays. De même, le dessalement de l'eau, encore très coûteux en énergie, peut faire rêver. À côté de ces projets onéreux, il existe un grand nombre d'interventions permettant de mieux tirer parti de la ressource. Citons le recyclage des eaux usées actuellement appliqué en Égypte et en Israël et qui devrait être étendu à tout le sud de la Méditerranée.

Il existe enfin une grande marge d'économie d'eau qui peut être faite dans le cas de l'irrigation, en améliorant les réseaux de distribution souvent vétustes et mal entretenus, en adoptant des techniques d'irrigation plus économes qu'actuellement (irrigation localisée, goutte à goutte, asperseurs et microasperseurs) plutôt qu'une irrigation gravitaire accompagnée d'un nivellement du sol mal exécuté. Ajoutons qu'il est important de mieux former les agriculteurs aux techniques d'irrigation et, au niveau national, de se donner les moyens de conduire une véritable « politique de l'eau » : coordination des interventions en diminuant le nombre des organismes étatiques responsables, choix des systèmes de culture les mieux adaptés à chaque situation, instruments réglementaires pour éviter le gaspillage de l'eau, encouragements à la recherche pour qu'elle contribue à une meilleure gestion de l'eau...

## Que peut faire la recherche ?

Une bonne gestion de l'eau doit donc associer aujourd'hui de nombreux utilisateurs qui ont néanmoins en commun le souci d'économiser l'eau et d'en maintenir la qualité.

La recherche est sollicitée quand manquent les connaissances sur les causes et les effets de la pollution, sur les conséquences du manque d'eau sur les cultures, sur les meilleures pratiques agricoles à mettre en œuvre et sur les techniques de recyclage des eaux. Mais ce ne sont pas seulement des chimistes, des agronomes, des hydrologues ou d'autres spécialistes des sciences de la terre et de la vie qui sont sollicités, mais aussi des économistes et des sociologues car l'usage de l'eau est ancré dans nos habitudes. Faire intervenir pour un même objectif des chercheurs aussi divers demande que soit pensé et expérimenté le travail pluridisciplinaire, voire interdisciplinaire, ce qui ne fait aujourd'hui que commencer... Des habitudes acquises dans la manière d'étudier les problèmes de l'eau de façon cloisonnée en privilégiant quelques aspects prioritaires ont dû être abandonnées au profit d'une approche beaucoup plus large. Au champ cultivé sur lequel se concentraient les études de consommation optimale d'eau s'est ajouté l'espace du bassin versant mieux adapté à l'étude du transfert des polluants dans l'espace et à la lutte contre la pollution et l'érosion. Placer la culture en situation de légère carence en eau plus ou moins prolongée (plutôt qu'en conditions hydriques de confort maximum) amplifie les régulations biologiques et biochimiques de la plante dont il faut connaître les effets sur le rendement final. C'est donc une nouvelle recherche plus précise qui s'attache aux relations sol-système racinaire, transpiration-photosynthèse et consommation d'eau-production.

Enfin, le développement de la génétique moderne permet une relance de l'étude de la tolérance à la sécheresse ou à la salinité, avec l'espoir de créer des variétés améliorant l'efficacité de l'eau [4].

C'est finalement en mettant en jeu l'ensemble de ces moyens – une recherche orientée par une nouvelle conception des usages de l'eau, une organisation étatique assurant la coordination des efforts, promulguant des régle-

mentations adaptées et construisant les infrastructures nécessaires, un effort de formation et de vulgarisation vis-à-vis des utilisateurs – que la crise qui guette la planète pourra être évitée. Ajoutons une information du citoyen, directement concerné ici, et un effort de solidarité! ■

## Références

1. Shiklomanov IA. Global renewable water resources. Water: a looming crisis. In: *Proceedings of the international conference on world water resource at the beginning of the 21st century*. Paris: UNESCO, 1998: 3-13.
2. Riou C. Aridité climatique et édaphique et désertification. *CR Acad Agric* 1996; 8: 163-76.
3. Robert M, Cheverry C. Les ressources mondiales en eau et en sols: une limitation pour l'avenir. *Cahiers Agricultures* 1998; 7: 243-8.
4. Riou C, Bonhomme R, Chassin P, et al. *L'eau dans l'espace rural. Production végétale et qualité de l'eau*. Paris: INRA/AUPELF/UREF, 1997; 411 p.
5. Sironneau J. L'eau. Nouvel enjeu stratégique mondial. *Economica* 1996; 6: 32-59.
6. FAO. *La situation mondiale de l'alimentation: rapport*. Rome: FAO, 1993.

---

## Résumé

### L'eau et l'agriculture: pourra-t-on éviter une crise?

C. Riou

Les ressources en eau renouvelables sont à peu près correctement évaluées. Seule une part d'entre elles est réellement disponible et la moyenne actuelle par habitant et par an est de l'ordre de 2 500 m<sup>3</sup>, chiffre qui dépasse à peine le seuil où des problèmes épisodiques peuvent se poser (2 000 m<sup>3</sup>). Ce chiffre moyen dissimule en outre de très grandes inégalités et de nombreux pays sont déjà largement sous le seuil critique, en particulier dans le sud de la Méditerranée et en Asie occidentale. La consommation d'eau continuera à augmenter à la suite de l'accroissement de la population mondiale, de l'intensification de l'urbanisation, du développement industriel et de l'irrigation. L'agriculture est actuellement responsable de 70 % du total des prélèvements et, dans plusieurs pays, de plus de 90 %. Même si une marge importante peut être dégagée, il demeure que, dans les décennies à venir, il faudra produire pour nourrir une population toujours plus nombreuse, sur une surface limitée et, donc, augmenter les rendements avec un développement inévitable de l'irrigation.

À ce constat, encore aggravé par l'irrégularité interannuelle et saisonnière de la ressource et de la demande en eau, s'ajoute le problème de la dégradation de la qualité de l'eau.

En France, même si les prélèvements d'eau ne représentent qu'un quart des ressources, l'agriculture reste le premier consommateur et la dégradation de la qualité de l'eau ainsi que les crises estivales épisodiques ont changé la perception de l'intérêt de l'irrigation. Près de nous, les pays du sud de la Méditerranée sont dans une situation difficile.

Face à ce problème, les États doivent promouvoir une politique de l'eau centrée sur l'augmentation de la ressource, sur sa répartition et sur une gestion plus économe et plus soucieuse de la qualité de l'eau. La recherche, quant à elle, doit s'organiser et privilégier quelques grands thèmes.

---