

## **L'eau des villes : problèmes à venir et solutions possibles**

---

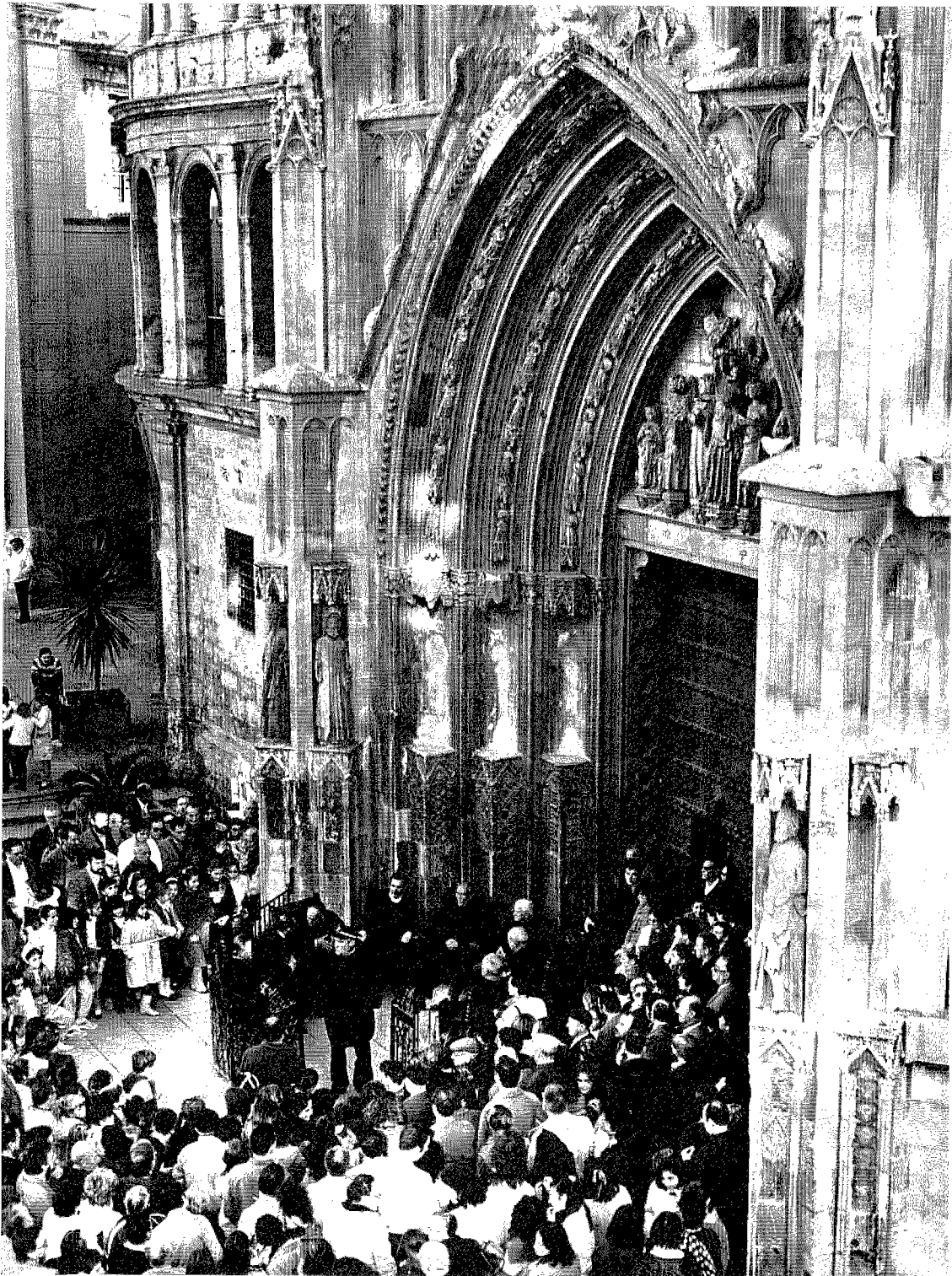
Ramon LLAMAS

### **Introduction**

L'eau est un facteur clé tant de la santé humaine et de nombreuses activités économiques, que de la santé de la nature. Les problèmes liés à l'usage de l'eau et les solutions pour les résoudre varient grandement d'une région à l'autre selon les facteurs climatiques et géologiques mais aussi selon l'environnement culturel, administratif et législatif. Les usages domestiques et urbains de l'eau ne représentent en général qu'une petite fraction de toutes ses utilisations (voir Gleick, 1993 ; Van den Leeden, 1990), mais les problèmes liés à l'eau domestique en milieu rural ou urbain sont les plus significatifs du point de vue politique et éthique.

La troisième journée mondiale de l'Eau des Nations Unies a été célébrée le 22 mars dernier. Le thème retenu en 1996, «L'eau pour la soif des villes» met l'accent sur les problèmes d'eau croissants auxquels sont confrontées les villes à l'échelle planétaire et plus particulièrement les mégalo-poles des pays en développement. Les manifestations organisées à l'occasion du prochain «sommet sur la ville» de la deuxième Conférence des Nations Unies sur les Etablissement Humains (Habitat II) sont destinés à donner l'alerte par un signal fort.

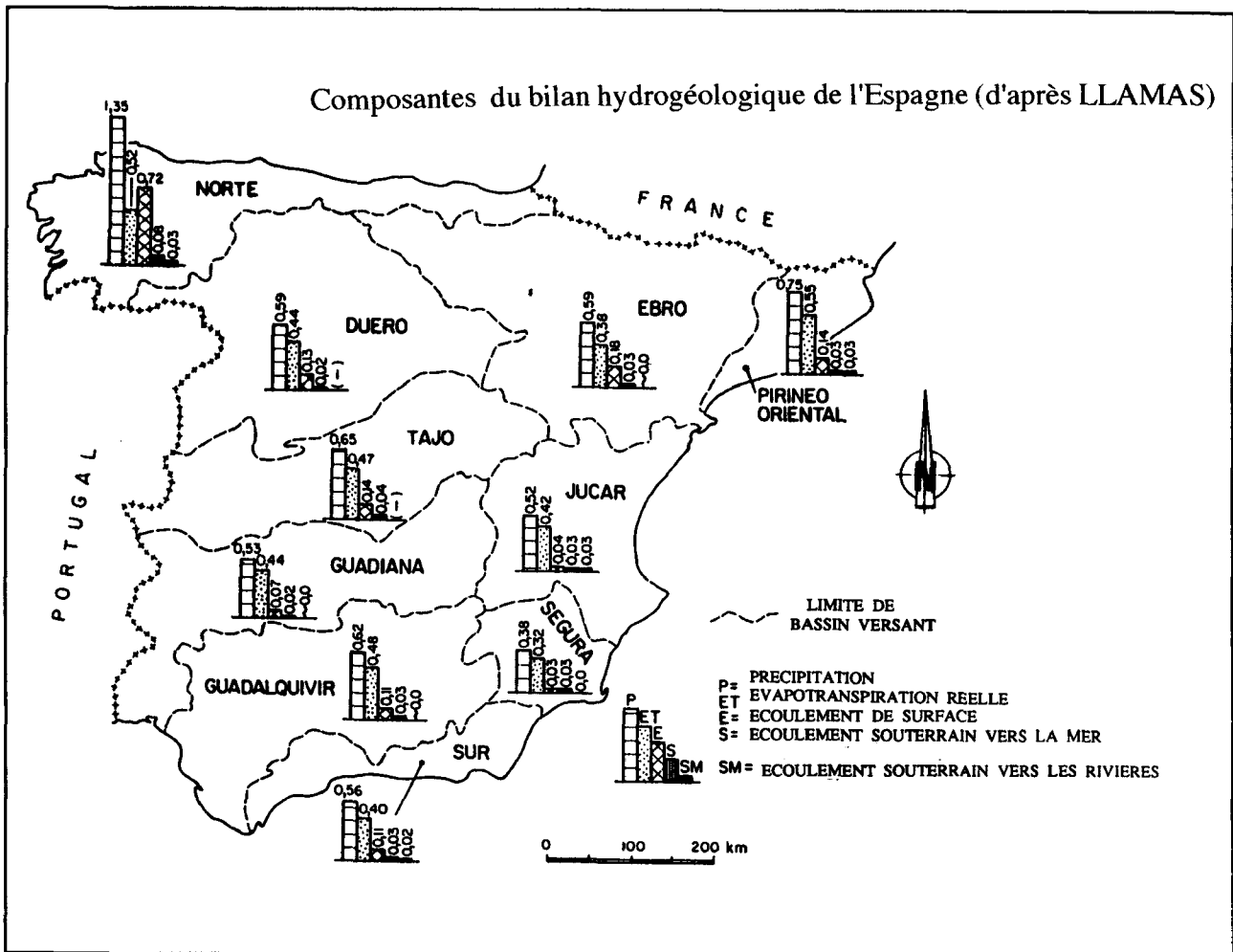
Les responsables des Nations Unies considèrent que les défis, auxquels les villes en proie à des pénuries d'eau dans le monde doivent faire face, sont commandés par les cinq



*Le Tribunal des Eaux de Valence. Chaque mercredi, le Jury se réunit à la porte de la Cathédrale et résoud les conflits entre utilisateurs d'eau de la région. Il est constitué de 7 fermiers élus parmi les utilisateurs d'eau. Ses décisions sont sans appel. Ce tribunal fonctionne depuis au moins sept siècles.*

questions clé suivantes :

- 1) l'eau doit être à la disposition de tous, riches et pauvres ;
- 2) quel est le coût d'un seau d'eau ? ;
- 3) les villes peuvent mettre un terme au gaspillage de l'eau ;
- 4) il faut mettre en place un partenariat pour l'eau ;
- 5) sauvegarder l'eau pour l'avenir. (cf. La lettre d'information sur l'Eau du Centre International de l'Eau et de l'Assainissement, la Hague, Février 1996).



### *L'eau, patrimoine commun à toute l'humanité*

Nous sommes nombreux à considérer que les ressources en eau constituent un patrimoine commun qui ne doit pas être utilisé - ou «sur-utilisé» - au profit d'individus ou de groupe particuliers sans tenir compte des effets de tels usages sur la génération présente et les suivantes. Les opinions sur les façons pratiques de gérer cette précieuse ressource

révèlent une grande diversité allant des philosophes libertaires aux théories orwelliennes. Je suis d'accord avec Falkenmark et Lindh (1993, p. 81) en reconnaissant la difficulté fondamentale de l'analyse du rôle de l'eau dans le développement socioéconomique, mais il n'y a aucune raison scientifique de penser que la pénurie de ressources en eau ou leur pollution constitueront un problème grave pour l'humanité dans le futur proche si des mesures de soutien efficaces sont prises par les nations industrialisées pour venir en aide aux pays en développement.

### **Objectifs visés et champ d'investigation**

La plupart d'entre nous sommes surtout inquiets des problèmes présents et à venir de l'eau dans certains pays en voie de développement chez lesquels le manque d'eau potable et les déficiences des systèmes sanitaires apparaissent véritablement scandaleux. Des problèmes - voire même des scandales - existent toujours dans les pays en voie de développement. Les pays industrialisés se doivent de leur venir en aide, d'abord par l'assistance technique et économique, mais sans oublier que nous traitons avec des personnes. Je crois que l'approche de Schumacher dans son livre «Small is beautiful» est toujours valable (Schumacher, 1973). L'exagération, la diffusion intéressée de divers mythes de l'eau par des prophètes de malheur, provoquent tôt ou tard un "retour de flamme" et il peut en résulter une perte de crédibilité considérable de la communauté scientifique.

Beaucoup d'entre nous seront probablement d'accord avec Gleick (1993 p. 118) pour souligner la qualité insuffisante des données sur l'eau dans la plupart des pays du monde, y compris dans de nombreuses nations européennes. Si nous ajoutons à cela la variabilité intrinsèque des processus hydrologiques, tout scientifique responsable doit avoir la prudence de ne pas présenter au public des conclusions définitives qui, si elles sont basées sur de telles informations, n'ont qu'une précision illusoire.

## ***Menaces significatives ou problème de l'eau potable***

### ***La pénurie de l'eau des villes***

Une longue sécheresse a toujours été considérée comme un exemple typique de risque ou de catastrophe naturelle. Le véritable problème de la sécheresse réside davantage dans le manque de nourriture, dû à la réduction de production des cultures privées d'eau de pluie,

que dans la pénurie d'eau potable. Les récits historiques de famines causées par la sécheresse sont anciens. La famine en Egypte il y a environ 35 siècles (cf. Genèse, 41) est bien connue dans les civilisations judéo-chrétiennes occidentales. Joseph l'israélite conseilla Pharaon d'économiser le grain en période humide (les sept vaches grasses du rêve du Pharaon) pour être utilisé pendant la période sèche (les sept vaches maigres du même rêve).

Bien que la population mondiale actuelle soit probablement supérieure de deux ordres de grandeur environ, à celle des temps bibliques, les famines de cette dernière partie du siècle ne relèvent plus de la catastrophe naturelle, mais bien davantage de problèmes politiques ou sociaux causés principalement par des guerres raciales ou tribales ou d'autres conflits de nature politique. La récente famine en Afrique du Nord-Est en est un exemple.

La fourniture d'eau potable avec le système d'assainissement associé aux populations rurales et urbaines a été l'un des facteurs les plus importants de l'augmentation de l'espérance de vie dans le monde au cours de ce siècle. Néanmoins ce grand progrès n'a pas encore atteint certains pays en voie de développement. D'après Gleick (1993), en 1990 environ 1 200 millions de personnes n'avaient pas encore accès à l'eau potable et 1 700 millions ne disposaient pas de système sanitaire. Cette triste situation constitue cependant une amélioration relative si l'on se reporte aux données correspondantes de 1980...

Une pénurie d'eau urbaine peut se produire de temps à autre dans les pays européens. L'Espagne, pays d'Europe le plus aride, n'est pas le plus développé. Au cours des quatre dernières années, la plus grande partie de l'Espagne a souffert d'une sécheresse sévère qui a mis en évidence certaines faiblesses de sa gestion de l'eau. A beaucoup d'égards, les problèmes de l'eau en Espagne se situent entre ceux de l'ouest des Etats Unis d'Amérique et ceux des pays semi-arides en développement. Par exemple, pendant l'été 1995, 8 millions d'Espagnols vivant en milieu urbain (20% de la population) ont souffert de pénuries. Cette situation était due à une importante sécheresse mais la cause majeure en était une mauvaise gestion de l'eau concernant principalement la sous-utilisation des ressources en eau souterraine, le mauvais état des réseaux de distribution et les prix trop bas de l'eau. (Llamas, 1995).

Au cours de la dernière décennie (Engelman et LeRoy, 1993, p. 19 ; Gleick, p. 105) on a posé comme un dogme ou un axiome que la «ressource en eau minimale par personne et par an» est 1000 m<sup>3</sup>. Il est compréhensible que des géographes, des journalistes, planificateurs et autres souhaitent disposer d'un chiffre de référence aux fins de comparai-

son. Mais cette utilité pédagogique pourrait induire des présentations simplistes et apocalyptiques très éloignées de la réalité. De fait, des pays qui sont bien en dessous du «chiffre sacré» de 1000 m<sup>3</sup> d'eau par an et par personne sont incontestablement industrialisés et développés : qu'il suffise de citer Malte, le Koweït, l'Arabie Saoudite et Israël. A l'évidence, la gestion de l'eau y est tout à fait différente de celle du Canada ou de l'Irlande mais il ne semble pas que d'être en deçà de 1000 m<sup>3</sup> d'eau par tête et par an signifie conflits sociaux et crise économique. Comme Falkenmark et Lindh le rappelaient dès 1993 : «la rareté de l'eau peut être surmontée par l'accès aux autres facteurs fondamentaux du développement : la connaissance, l'énergie et l'argent.»

La consommation annuelle d'eau urbaine dans la plupart des villes du monde se situe en dessous de 100 m<sup>3</sup> par personne. Dans la plupart des cas, il n'existe pas de mesure particulière de réduction du gaspillage de l'eau (compteur dans chaque maison, prix bas de l'eau, lutte contre les pertes dans le réseau de distribution, etc...). Le gaspillage de l'eau urbaine est la situation la plus répandue dans presque toutes les villes du monde.

## *La dégradation de la qualité de l'eau*

La pollution et/ou l'eutrophisation des rivières et des lacs fut l'un des facteurs déclenchants du mouvement écologiste des années 60. Depuis lors, certains pays ont grandement amélioré l'état des rivières et des lacs. Le nettoyage de la Tamise en est l'exemple classique : l'aval de Londres était pratiquement un égoût et aujourd'hui les saumons remontent à nouveau le fleuve.

Easterbrook (1975 p. 628-630) cite des exemples significatifs de telles évolutions dans les années passées et considère que l'Age de la pollution pourrait être à son apogée bien plus tôt que prévu et que celui de la pollution de l'eau a déjà culminé. Voici quelques exemples qu'il rapporte :

1) depuis 1992, aux USA, toutes les eaux usées sont traitées avant rejet, dans des unités de traitement qui amènent l'eau aux normes exigées pour la baignade. En Europe de l'Ouest, seulement 72% des effluents sont traités. Dans les pays méditerranéens, on en traite 30%, dans les Caraïbes 10%, et dans le reste du monde, y compris l'ex-Union Soviétique, environ 2%.

2) en 1975, 36% des rivières des USA ne satisfaisaient pas au test de l'Agence de

Protection de l'Environnement (E.P.A) évaluant la présence des bactéries coliformes, test qui constitue un important indicateur de pollution. En 1989, ce chiffre était ramené à 20% seulement.

3) la dégradation des rivières saines par de nouvelles pollutions de l'eau a été stoppé aux USA, tandis que des sections toujours plus importantes de rivières sont classées réserves naturelles. Grâce au WSRA (Wild and Scenic Rivers Act), des tronçons sauvages de 148 rivières ont été placés sous statut de protection, et le Congrès ajoute chaque année environ 1 800 km de lits fluviaux à ce programme.

Toutefois la situation dans la plupart des pays n'est pas encore aussi satisfaisante. Par exemple en Espagne, un tiers des rivières sont toujours sérieusement polluées. La Commission des Communautés Européennes a édicté la directive 91/271, qui fait obligation de disposer en 2005 d'une unité de traitement des eaux usées, dans chaque ville de plus de 2000 équivalent-habitants. La mise en oeuvre de cette directive améliorerait considérablement la salubrité de beaucoup de lacs et rivières européens.

Dans la plupart des pays industrialisés, les eaux souterraines fournissent plus de 50% de la population (voir Margat, 1990 ; Van Der Leeden et al., 1990). Les eaux souterraines ont été longtemps considérées comme constituant une ressource naturellement protégée de la pollution. Depuis deux ou trois décennies, il est bien connu que les nappes aquifères souterraines sont également vulnérables aux pollutions émises par des sources ponctuelles ou diffuses. La protection des nappes aquifères vis-à-vis de la pollution diffuse (principalement causée par les activités agricoles) est un problème capital qui n'a pas encore été résolu. C'est probablement le problème le plus crucial à maîtriser pour parvenir au développement durable des ressources en eau (voir Custodio, 1993 ; Llamas, 1991). Il faut ajouter que la protection des eaux souterraines est étroitement liée à la planification de l'utilisation du sol.

### ***Les impacts écologiques peuvent être majeurs***

L'eau est la sève de la nature. Le mouvement «Vert» de conservation de la nature a démarré il y a seulement environ trente ans. Il a eu en général une influence positive sur les politiques de ressources en eau un peu partout dans le monde. La connaissance détaillée des relations entre les régimes hydrologiques et le biotope des rivières, des lacs, marais et autres écosystèmes est récente et il reste encore beaucoup à apprendre (Covich 1993).

Néanmoins certains cas d'impacts sérieux, voire catastrophiques, des activités humaines liées à l'eau sur des écosystèmes aquatiques sont bien connus. Le cas le plus spectaculaire est probablement celui du dessèchement de la Mer d' Aral causé par un énorme transfert d'eau (cf. Gleick, 1993, p. 6). Un autre cas européen caractéristique, bien qu'à moindre échelle, est la dégradation des zones humides du Parc Naturel de Tablas de Daimiel en Espagne. Ces marais continentaux (environ 20 km<sup>2</sup>) ont été pratiquement détruits par l'abaissement de la nappe phréatique provoqué par l'extraction d'eau du sous-sol pour l'irrigation (Llamas, 1992). Ces deux exemples d'impact écologique sont directement liés à l'utilisation de l'eau pour l'irrigation et non pour un usage urbain.

L'impact direct de l'urbanisation sur les eaux souterraines n'a que récemment attiré l'attention des hydrologues et des géologues. L'Association Internationale des Hydrogéologues prépare un congrès sur ce thème à Nottingham en 1997, qui sera la première conférence spécialisée à traiter du sujet.

### *Les guerres de l'eau ?*

Selon Gleick (1993, p. 108) : «l'histoire est pleine d'exemples de compétitions ou de conflits à propos du partage des ressources en eaux douces, et il y a de bonnes raisons de croire que les tensions à propos de l'eau vont augmenter quand davantage de personnes seront en compétition pour une même quantité d'eau en relation avec avec l'amélioration des conditions de vie qui augmente la demande d'eau douce et du fait que les changements climatiques globaux pourront rendre la disponibilité et la qualité de l'eau plus aléatoires.»

Les tensions au sujet de l'eau vont s'accroître dans le futur si l'actuelle mauvaise gestion perdure. Mais, même avec les technologies actuelles, ces conflits peuvent être évités ou atténués dans la plupart des cas si une nouvelle culture, une nouvelle éthique de l'eau s'instaure dans les pays sujets à ces tensions. L'eau pourrait devenir un *casus belli* supplémentaire dans le cas de conflits armés, mais n'en serait d'ordinaire ni le seul, ni le principal; (Lowi, 1993 ; Beschorner, 1993). Dans le *Nouvel Economiste* du 23.XI.1995 p. 57, sous le titre : «L'eau au Moyen-Orient», on peut lire : «Toutes ces pénuries vont-elles conduire à la guerre ? Selon toute vraisemblance non, bien qu'il soit devenu à la mode de suggérer que si une autre guerre éclate au Moyen-Orient, ce sera une guerre de l'eau».

Il existe de nombreuses façon d'apaiser les conflits à propos de l'eau, telles que l'amélioration des rendements d'utilisation de l'eau ou celle de la gestion de l'offre et de



la demande entre les activités de consommation (irrigation) et d'usage (eau industrielle et urbaine). Pendant la dernière sécheresse de 1991 à 1995, de nombreux conflits sur l'eau ont occupé les manchettes des médias de la péninsule ibérique. Nous avons eu des «guerres de l'eau» entre le Portugal et l'Espagne, entre les régions autonomes de Murcie et de Castille, et au voisinage de bon nombre de municipalités. A mon avis, les principaux ingrédients de tels conflits étaient davantage émotionnels et/ou politiques qu'hydrologiques (Llamas, 1995)...

## **Etiologie et traitement des problèmes actuels de l'eau et des menaces du futur**

### ***Généralités***

Une amélioration générale de la culture sur le problème de l'eau réduira probablement ou résolvera de nombreux problèmes présents et futurs liés à l'eau. Néanmoins, ce serait une erreur de présenter une vision naïve ou rousseauiste selon laquelle tous les problèmes de l'eau trouveront une solution quand un meilleur niveau d'éducation sera atteint. Une bonne gestion des ressources en eau doit être fondée sur trois piliers : la technologie, la morale et de l'esthétique.

### ***Les grands travaux hydrauliques***

De nos jours, dans les pays industrialisés et démocratiques, les grands projets hydrauliques se heurtent à de fortes oppositions de groupes conservateurs et d'autres milieux : en pratique de tels projets ne voient le jour que dans les pays en voie de développement. Il y a au moins deux façons d'interpréter ce fait :

- les pays développés ont réalisé de grands projets hydrauliques il y a quelques décennies tandis que les grandes infrastructures hydrauliques «nécessaires» font encore défaut dans la plupart des pays en développement.

-les groupes de pression des grands sociétés internationales de construction et de travaux publics peuvent agir plus aisément dans les pays en voie de développement, dont beaucoup de gouvernements non démocratiques sont enclins à la corruption. Les grands projets hydrauliques ne sont pas toujours synonymes d'inefficacité économique ou de

corruption mais ils devraient tous être étudiés en portant une attention particulière à leurs impacts sociologiques et écologiques.

Un changement récent vraiment significatif est la nouvelle politique de l'eau adoptée par l'US Bureau of Reclamation, Agence américaine qui a construit la plupart des ouvrages hydrauliques dans les états de l'Ouest des Etats-Unis depuis le début de ce siècle. En 1994, Beard, directeur de cette Agence a annoncé dans un discours bien connu que l'ère de la construction des grands barrages était révolue. Easterbrook (1995, p. 630) confirme que les deux plus grands projets de barrages des décennies récentes aux Etats-Unis, Twoforks au Colorado et Auburn en Californie, ont été annulés pour préserver les zones de repères de cours d'eau où se trouvent les habitats d'espèces menacées.

### *La mise en valeur des eaux souterraines*

Durant la seconde moitié de ce siècle, la mise en valeur des eaux souterraines s'est rapidement développée. Dans de nombreux pays semi-arides, les eaux souterraines pourraient jouer un rôle majeur dans la politique de l'eau (cf. Margat, 1990 ; Van den Lieden et al, 1990). Dans certains pays tels que l'Espagne, les eaux souterraines en tant que ressources ont été pratiquement ignorées par les planificateurs de l'eau (Custodio 1990).

La mise en valeur des ressources en eau souterraines a été souvent le fait d'usagers individuels en dehors de toute planification. Quand leur exploitation a été intensive, principalement dans les régions arides ou semi arides, certains problèmes ou effets sur l'environnement ont pu apparaître (Custodio, 1993 ; Llamas, 1992 ; Margat, 1994). Dans certains cas, il en est résulté un climat de prudence excessive dans l'utilisation de ces ressources (cf. Custodio et Dijon, 1991.). Les problèmes réels ont souvent été amplifiés (Llamas, 1991, 1995) et le mot «sur-exploitation» est devenu une arme pour stopper ou réduire presque tous les développements d'utilisation des eaux souterraines. Aujourd'hui la plupart des hydrogéologues considèrent que le vrai problème n'est pas la surexploitation ou l'usage intensif des ressources en eaux souterraines mais leur pollution.

Il est maintenant clair que les systèmes de fourniture d'eau sont plus robustes quand ils peuvent associer des réservoirs de surface et des aquifères souterrains proches ; les premiers étant utilisés pendant les périodes humides et les seconds pendant les périodes sèches (voir Margat, 1994). Brumbaugh et al. (1994), dans leur analyse des enseignements de la sécheresse 1987-1992 en Californie, considèrent que la première des leçons tirées des précédentes sécheresses, et confirmée lors de celle de 1987-1992, est que «l'utilisation des

eaux souterraines reste la réponse particulière la plus efficace à la sécheresse.»

### ***Réduire la pollution de l'eau urbaine***

La pollution des rivières et des lacs est probablement l'un des problèmes actuels les plus importants. Elle résulte principalement des rejets industriels liquides et des eaux d'égout des villes.

La technologie de traitement des eaux urbaines et industrielles existe depuis des décennies. Le coût de son application est accessible à de nombreux pays, mais peu ont mis en oeuvre ces techniques avec efficacité, (Easterbrook, 1995).

En résumé, la technologie existe, son coût est abordable dans la plupart des pays s'il est transféré aux pollueurs (habituellement les habitants des villes) en appliquant le principe «pollueur-payeur». Le problème principal est la réticence des politiciens à transférer ce coût au citoyen car ils pensent que le grand public ne veut pas payer pour le traitement de ses eaux usées. Là encore nous sommes en présence d'un problème de culture de l'eau et d'éthique.

### ***Economiser l'eau***

Il existe un consensus pour reconnaître le gaspillage des ressources en eau dans la plupart des pays et des activités (fourniture d'eau aux villes, irrigation, prélèvements pour les industries, (réfrigération de centrales électriques ou autres). Des causes diverses peuvent expliquer cette mauvaise gestion de l'eau douce. Le manque de technologie et un bas prix de l'eau - principalement celle utilisée à l'irrigation - sont les plus fréquemment évoqués. Selon Falkenmark et Lindh, 1993, p. 81 : «les méthodes actuelles d'irrigation ont pour résultat un gigantesque gaspillage de l'eau aux dépens des besoins en eau d'autres secteurs de l'économie d'une nation».

La déclaration de Dublin (ONU, 1992), émise à suite de la conférence sur l'Eau et l'Environnement tenue en 1992, recommande également à tous les pays d'économiser l'eau et de la considérer comme une denrée économique.

Pratiquement partout dans le monde, la politique de l'eau au cours des décennies passées a consisté à mobiliser davantage de ressources au lieu de ramener la demande à des chiffres réalistes et raisonnables. C'est par exemple le cas du projet gouvernemental de 1993 pour un Plan National de l'Eau en Espagne. D'après ce plan, la demande en eau

actuelle est estimée à 20 km<sup>3</sup> d'eau de surface par an pour l'irrigation de 2,5 millions d'hectares et de 5 km<sup>3</sup> d'eau souterraine par an pour l'irrigation d'un million d'hectares. Il en résulte que la dose d'eau souterraine utilisée pour l'irrigation est environ 5000 m<sup>3</sup>/ha ; tandis que celle des eaux de surface est de 8000 m<sup>3</sup>/ha soit 60% de plus. Le point le plus intéressant à noter est que la valeur économique de la production agricole sur le million d'hectares irrigués avec de l'eau souterraine est plus élevée que celle produite sur les 2,5 millions d'hectares irrigués par de l'eau de surface. Ce qui signifie qu'en moyenne un mètre cube d'eau souterraine produit une valeur économique cinq fois plus élevée que le mètre cube d'eau de surface ! La raison principale de cette étonnante différence est une combinaison de facteurs socio-économiques et physiques. L'irrigation à base d'eau souterraine a été principalement développée et financée par des fermiers privés. L'irrigation par eaux de surface est pratiquée soit en irrigation traditionnelle, soit dans le cadre des récents programmes d'irrigation développés et aménagés par le gouvernement avec les fonds du contribuable et donnés quasiment gratuitement aux fermiers. Certains de ces vastes périmètres d'irrigation se sont avérés être des échecs et sont maintenant pratiquement abandonnés (Llamas, 1995).

Une leçon intéressante tirée de la discussion de ce plan pendant la dernière sécheresse est que le recours aux valeurs moyennes pour évaluer les ressources et les utilisations de l'eau amène à une approximation, toujours sujette à caution. De telles approximations simplistes utilisées pour justifier d'importantes décisions concernant les ressources en eau d'un pays entier, voire même à l'échelle du globe, peuvent conduire à de graves erreurs.

L'exemple californien est à ce sujet riche d'enseignement. Ainsi, la dernière mise à jour du Plan sur l'Eau de Californie, prend en compte deux moyennes hydrologiques : l'une pour les années normales et l'autre pour les années de sécheresse (California Water Resources Département, 1994).

Il est très utile de se livrer à un examen critique des évaluations de Postel et al (1996) qui en découlent. Pour l'estimation des besoins annuels globaux en irrigation, ces auteurs utilisent une dose moyenne de 12 000 m<sup>3</sup>/ha. Les besoins totaux (voire excessifs) moyens en eau pour l'irrigation en Espagne correspondent à moins de 8000 m<sup>3</sup>/ha. Postel et al. (1996) fondent leur dose d'irrigation sur celle considérée dans la mise à jour de 1990 du Plan sur l'eau de Californie (CWRD 1994). Or, la plupart des fermiers californiens paient l'eau un très bas prix du fait de sa fourniture par des grands aménagements fédéraux ou de l'Etat (voir Falkenmark en Lindh, 1993, p. 87). Ils ont de ce fait encore moins d'incitations à l'économie que les fermiers espagnols ! Néanmoins il est important de mentionner que la mise à jour de ce Plan Californien jusqu'en 2020 prévoit une petite diminution des surfaces

irriguées et de la consommation d'eau pour l'irrigation.

Dans certains pays le rendement de l'irrigation est très faible. Par exemple, selon Abou Zeid (1990), la dose moyenne d'irrigation en Egypte est comprise en 15 et 20.000 m<sup>3</sup>/ha. La solution ne consiste donc pas à apporter davantage d'eau aux fermiers mais à leur apprendre une meilleure technique d'irrigation. C'est pourquoi il ne paraît pas approprié de prendre en compte la surface irriguée comme index significatif dans l'analyse des besoins de ressources. L'agriculture est une activité de base pour l'alimentation de l'humanité mais c'est aussi une activité économique. Les données pertinentes sont les tonnes de nourriture ou de fibres produites et leur valeur monétaire, et non la surface de terre irriguée et la dose d'eau utilisée surtout s'il s'agit manifestement d'une «sur-dose»...

### ***Le dessalement de l'eau de mer et de l'eau saumâtre***

La technologie de désalinisation s'est constamment améliorée au cours des 30 dernières années. Le nombre d'unités de dessalement d'eau de mer ou d'eau saumâtre augmente chaque année. Le problème essentiel posé par cette technologie est son coût élevé causé principalement par l'énergie nécessaire à l'opération de désalinisation. Le coût moyen de l'eau de mer dessalée est de l'ordre de 1 à 2 dollars U.S. par m<sup>3</sup>. Ce coût diminue s'il s'agit d'eau saumâtre : il serait seulement de 0,2 ou 0,3 dollars par m<sup>3</sup> avec de l'eau présentant une salinité de 5 à 6 g/l.

Ces coûts indiquent qu'actuellement la désalinisation n'est une solution envisageable que dans un certain nombre de cas (zones côtières des pays arides ou semi-arides avec industrie touristique ou des cultures de haute valeur). Il n'est pas interdit de penser que dans 30 ou 50 ans la désalinisation de l'eau de mer sera une solution banale pour résoudre les problèmes de l'eau dans de nombreuses zones côtières de pays arides ou semi-arides.

### ***Une éthique de l'eau***

Dans les paragraphes précédents nous avons évoqué une diversité de solutions techniques envisageables aux problèmes actuels ou aux menaces futures concernant l'alimentation en eau urbaine domestique. Dans la plupart des cas, il ne sera pas très difficile de parvenir à un accord pour trouver la meilleure solution technique à un problème donné. Néanmoins les décisions humaines ne sont pas exclusivement fondées sur des raisonnements scientifiques ou techniques. Des concepts éthiques ou moraux peuvent avoir une grande influence sur la décision finale. Lefrou (1990) souligne que la technologie de

l'eau n'apporte qu'une partie de la solution nécessaire car les problèmes de l'eau relèvent essentiellement des sciences humaines.

Les valeurs éthiques ou morales de chaque société sont profondément ancrées dans ses traditions historiques, culturelles ou religieuses. Certaines de ces valeurs sont communes à toute l'humanité, mais pas toutes. C'est pourquoi, les recommandations ou suggestions faites par des scientifiques occidentaux devraient être suffisamment flexibles pour être adaptées aux données politiques, culturelles ou religieuses d'autres civilisations.

Des valeurs morales peuvent avoir également une influence sur certaines analyses.

Dans les pays de civilisation occidentale, une éthique de l'eau fondée sur les trois principes de solidarité, de subsidiarité et de participation, devrait recueillir un large assentiment. On trouvera chez PEREZ ADAN (1992) une application générale de ces principes à la gestion des ressources et à l'écologie.

**Solidarité** dans l'usage de l'eau signifie que cette ressource est un héritage commun qui appartient à toute l'humanité présente et future. Ce qui ne signifie pas que toute eau doive être légalement déclarée «domaine public».

Le principe de **subsidiarité** est d'une certaine façon en accord avec le livre de Schumacher (1973) «Small is beautiful». En d'autres termes, l'Administration de l'Eau devrait être aussi locale que possible mais étendue, quand c'est faisable, jusqu'aux limites du bassin hydrologique.

La **participation** des différents groupes sociaux à la planification et aux décisions d'aménagement concernant l'eau est devenue une quasi obligation dans la plupart des pays démocratiques. Quand des groupes sociaux représentatifs ne sont pas impliqués depuis l'origine dans de tels projets, la probabilité d'échecs de ces projets est grande. Le nombre et la qualité de ces groupes sociaux peuvent varier de pays à pays. Ces groupes sont constitués de fonctionnaires d'administrations nationales, régionales, locales, de représentants de compagnies de production d'énergie, de fourniture-distribution d'eau, d'associations de conservation de la nature, de syndicats de fermiers et de professionnels de l'eau, de politiques, etc... La tentation d'établir un quelconque «Big Brother» hydraulique, capable de contrôler chaque goutte d'eau à l'échelle de la nation doit être rejetée. Une Administration de l'eau très centralisée peut causer de grands dommages à l'environnement, le désastre de l'assèchement de la mer d'Aral est là pour le rappeler.

En accord avec d'autres auteurs (Falkenmark et Lindh, 1993, p. 89), je pense que de nos jours «il est impossible de se reposer seulement sur des solutions imposées du haut vers le bas avec lesquelles la plupart des experts de l'eau sont familiers dans les pays en voie de développement. Au contraire, les remontées d'initiative d'origine locale (du bas vers le haut) doivent être encouragées et facilitées à travers les diverses aides apportées au pays en développement.»

En 1995, Emmel et Roberts ont analysé l'efficacité économique et environnementale de trois types différents d'institutions de gestion de l'eau souterraine dans l'énorme aquifère d'Ogalalla au centre des Etats-Unis. Selon ces auteurs, les institutions auto-organisées ou d'intérêts communs semblent être plus efficaces que les organisations étatiques centralisées ou les gestionnaires privés. L'expérience espagnole séculaire des Communautés d'usagers de l'Eau, telles que le Tribunal des Eaux de Valence, vieux de sept siècles, va dans le sens des conclusions de cette étude américaine sur l'aquifère d'Ogalalla.

### *L'esthétique de l'eau*

Les guerres ou les conflits de l'eau ont souvent une composante émotionnelle qui peut avoir un poids plus important que n'importe quelle autre composante éthique ou économique. En 1993 a été rendu public le premier projet du Plan National de l'Eau en Espagne incluant un transfert annuel de 900 millions de m<sup>3</sup> du Douro vers le Sud Est de l'Espagne. Le Douro, rivière hispano-portugaise, a son bassin supérieur en Espagne et son bassin inférieur (le plus humide) au Portugal. A peu près la moitié du débit à l'embouchure provient des chutes de pluies au Portugal. Le débit à l'embouchure est de l'ordre de 200 000 millions de m<sup>3</sup> par an. Néanmoins l'un des plus importants journaux portugais titrait : «il n'y a pas assez d'argent en Espagne pour payer l'eau du Douro». Le Plan National Espagnol pour l'Eau, considéré comme une menace pour l'avenir du Portugal, a été l'un des points forts de tous les programmes politiques pour les élections générales de 1995 au Portugal.

La composante émotionnelle, fréquente dans les conflits de l'eau, est peut être associée au rôle crucial de l'eau dans les processus biologiques et à la valeur esthétique de nombreux paysages. L'eau est la sève de la nature. C'est peut-être parce que l'amour de la nature est profondément ancré dans notre esprit que les écologistes dans les associations de conservation de la nature trouvent un tel écho auprès des et du public.

Le défaut de prise conscience, chez les promoteurs de grands projets hydrauliques,

de cette valeur esthétique et environnementale de l'eau dans le grand public a fait "capoter" plus d'un de ces projets aux Etats-Unis, comme en Espagne.

En résumé, bien que l'eau soit un bien économique, ce serait une erreur de supposer que c'est une denrée comme une autre qui peut et doit à la fois avoir un prix et faire l'objet de transactions. L'eau, sève de la nature, a une valeur esthétique et émotionnelle qu'aucun ordinateur ne peut calculer.

### ***Conclusions***

Il existe aujourd'hui dans les pays industrialisés des problèmes présents et/ou des menaces futures sur l'alimentation en eau domestique. Il semble que les technologies actuelles puissent résoudre la plupart de ces problèmes ou conjurer ces menaces. Néanmoins la bonne utilisation des technologies nécessite des décisions politiques qui, souvent, sont difficiles à prendre. Ainsi le manque ou l'insuffisance d'une solide culture ou éthique de l'eau dans le grand public est sans doute l'obstacle principal à l'amélioration ou au changement des mauvaises habitudes de gestion de l'eau dans la plupart des pays.

Dans les pays en développement, les problèmes actuels et les menaces du futur peuvent être graves en raison de déficiences technologiques pour l'exploitation des ressources en eau et aussi du fait de la faiblesse possible des valeurs éthiques au stade des prises de décisions.

Les pays industrialisés, par solidarité et dans leur propre intérêt, devraient être plus attentifs à aider les pays en voie de développement à résoudre leurs problèmes d'eau potable et de systèmes sanitaires. La manière spécifique de mettre en oeuvre cette aide peut varier d'un pays à l'autre. Cette aide devrait faciliter les solutions du type «de bas en haut» et non «du haut vers le bas». Il est probable que les ONG puissent jouer un rôle moteur pour aider les pays en voie de développement à affermir leurs propres aptitudes de gestion des ressources en eau.

La nécessité la plus urgente pour garantir l'accès à une eau saine et en quantité suffisante pour toute l'humanité, aujourd'hui et dans le futur proche, exige de stimuler le développement de la culture civique et d'une éthique de l'eau. Un colloque, tel que celui qui nous réunit, imprégné du concept de responsabilité scientifique, doit apporter une contribution significative à la réalisation d'un tel objectif.



## Bibliographie

---

ABU ZEID M. (1990) "L'irrigation en Egypte aujourd'hui et dans l'avenir", Cahiers du Mouvement de la Responsabilité Scientifique n°19-20, p 93-103

BEARD D. (1994) "Remarks" before the Congress of the International Council on Large Dams, 9 November 1994, Durban, South Africa. US Bureau of Reclamation Magazine, December.

BESCHORNER N. (1993) "Water in Instability in the Middle East", Adelphi-Paper 273, Brassey, London p 82

BRUMBAUGH R., WERIK W., TEITZ W. and LUND J. (1994) "Lessons learned from the California Drought (1987-1992). Executive Summary" IWR Report 94-NDS-6 US Army Corps of Engineers 36 p

CALIFORNIA WATER RESOURCES DEPARTMENT (1994) California Water Plan Update, Bulletin 160-93

COVICH A.P. (1993) "Water and Ecosystems", in Water in Crisis (Gleick ed.), Oxford University Press p 40-55

CUSTODIO E. (1990) "Problèmes, objectifs et modalités de gestion des eaux souterraines en Espagne", Colloque L'eau souterraine, un patrimoine à gérer en commun", Paris 6-7 novembre 1990, Document du BRGM n°196, p131-136

CUSTODIO E. (1993) "Aquifer intensive exploitation and over-exploitation with respect to sustainable development" in Environmental Pollution. European Center for Pollution Research, p509-516

CUSTODIO E. and DIJON R. (1991) "Interregional Workshop on Groundwater Overexploitation in Developing Countries", Gran Canaria, Sapin, Department of Technical Cooperation for Development, United Nations, Document UN, INT/90/R43 p 63

EASTERBROOK (1995) "A moment on Earth", Viking p 745

EMEL J. and ROBERTS R. (1995) Institutional form and its effect on environment change : the case of groundwater in the Southern High Plains", Annals of the Association of American Geographers, vol. 85, n°4 p 664-683

ENGELMAN R. and LEROY P. (1993) Sustaining Water. population and the Future of Renewable Water Supplies population Action International, Washington D.C. p 56

FALKENMARK M. and LINDH G. (1993) "Water and Economic Development" in Water in Crisis (Gleick ed.), Oxford University Press p80-91

GLEICK PH. (ed) (1993) Water in Crisis : a guide to the World's Fresh Water Resources. Oxford University Press p 473

JIMENEZ HERRERO L.M. (1994) "Desarrollo Global : el mejor anticonceptivo y preservador del Medio Ambiente" Ecosistemas n°11 p42-43

LEFROU C. (1990) "Réflexions relatives aux grands problèmes de l'eau des hommes en l'an 2000". cahiers du Mouvement Universel de la Responsabilité Scientifique n°19-20 p 209-213

LOWI M.R. (1991) "The future of groundwater : a forecast of its exploitation and quality compared with pas exploitation", Conférence "invité" au XXI Journées de l'Hydraulique

(Sophia-Antipolis, 29-31 Janvier 1991), Les eaux souterraines et la Gestion des eaux, Question IV p IV.2.1.8

LLAMAS M.R. (1992) "A água - escassez ou mau uso ?" Coloquio/Ciencias. Revista de Cultura Científica. Fundação Calouste Gulbenkian - Lisboa, vol 4 n°12 p 52-68

LLAMAS M.R. (1995) "Las aguas continentales en España : problemas y soluciones" Revista Técnica del Medio Ambiente, Madrid, Julio/Agosto p 33-45

MARGAT J. (1990) "Les eaux souterraines dans le monde". Report 31780. bureau de Recherches Géologiques et Minières. orléans. France p.42

MARGAT J. (1994) "Groundwater Operations and Management", Groundwater Ecology Academic Press, p 505-522

PEREZ ADAN J. (1992) "El pensamiento ecologico de Juan Pablo II" in "Estudios sobre la Enciclica Centesimus Annus", AEDOS-Union Editorial. Madrid p 334-350

POSTEL S.L., DAILY G.C. and EHRLICH P.R. (1996). Human appropriation of Renewable Fresh Water. Science. vol. 271 p785-788

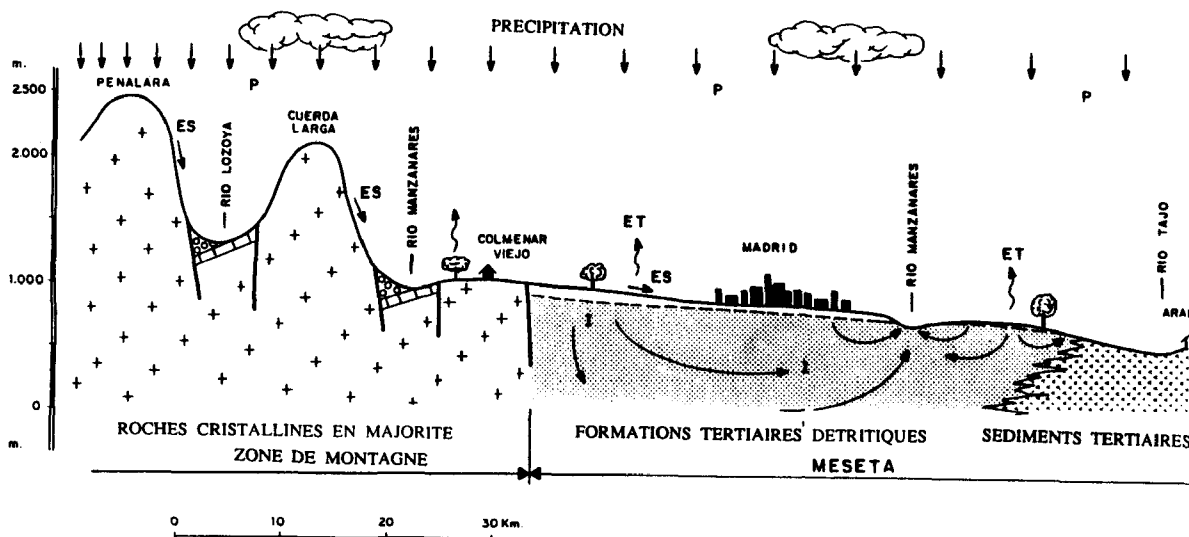
SCHUMACHER E.F. (1973) Small is Beautiful. Harper and Row, New York

UNITED NATIONS (1992). The Dublin Statement and Report of the Conference. World Meteorological Organization, Genève, Switzerland p 55.

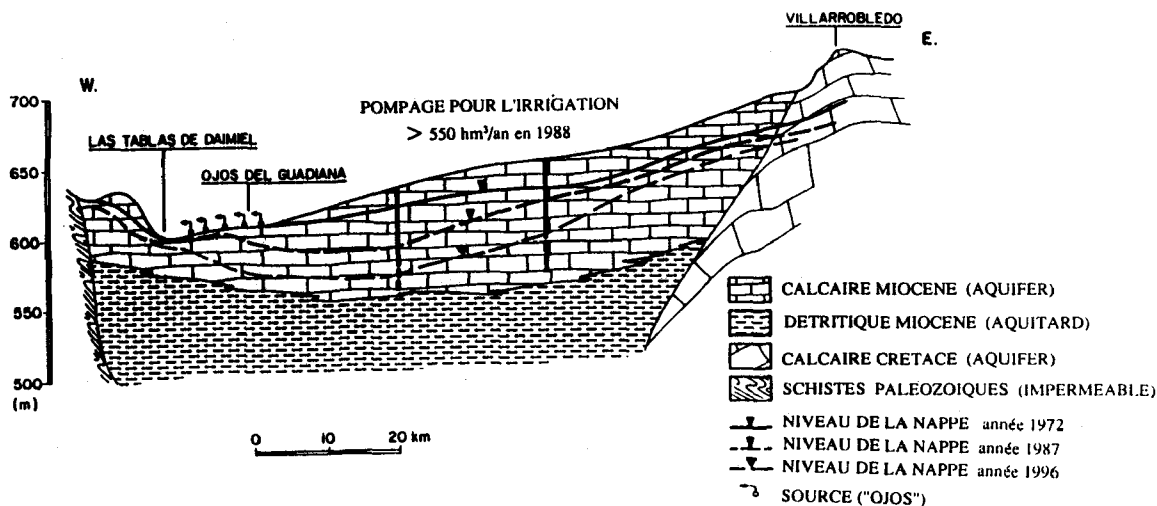
VAN DER LEEDEN F., TROISE F.L. and TODD P.K. (1990) The water Encyclopedia. Lewis Publisher p 808.

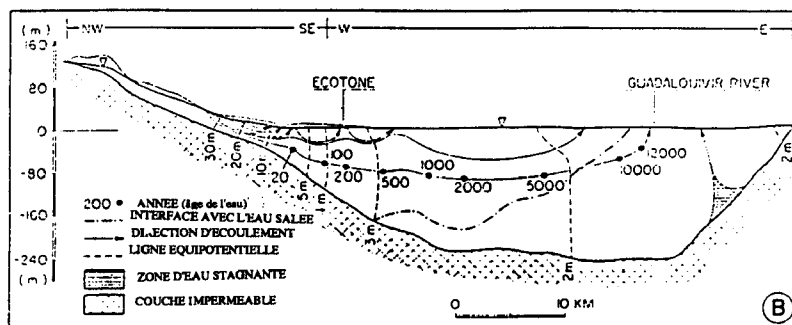
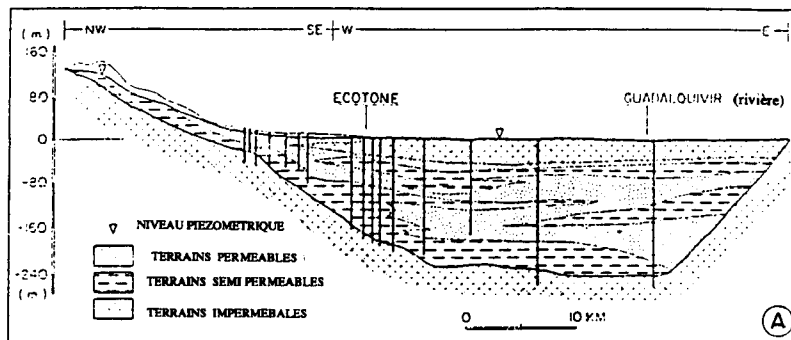
*Quelques données schématiques  
extraites des travaux du professeur Llamas*

Coupe hydrogéologique schématique de la région de Madrid (d'après Llamas)



Profil hydrogéologique en coupe de l'aquifère de la Manche occidentale.  
Les pompages excessifs dans cet aquifère ont provoqué  
des perturbations hydrologiques et écologiques significatives (d'après Llamas)

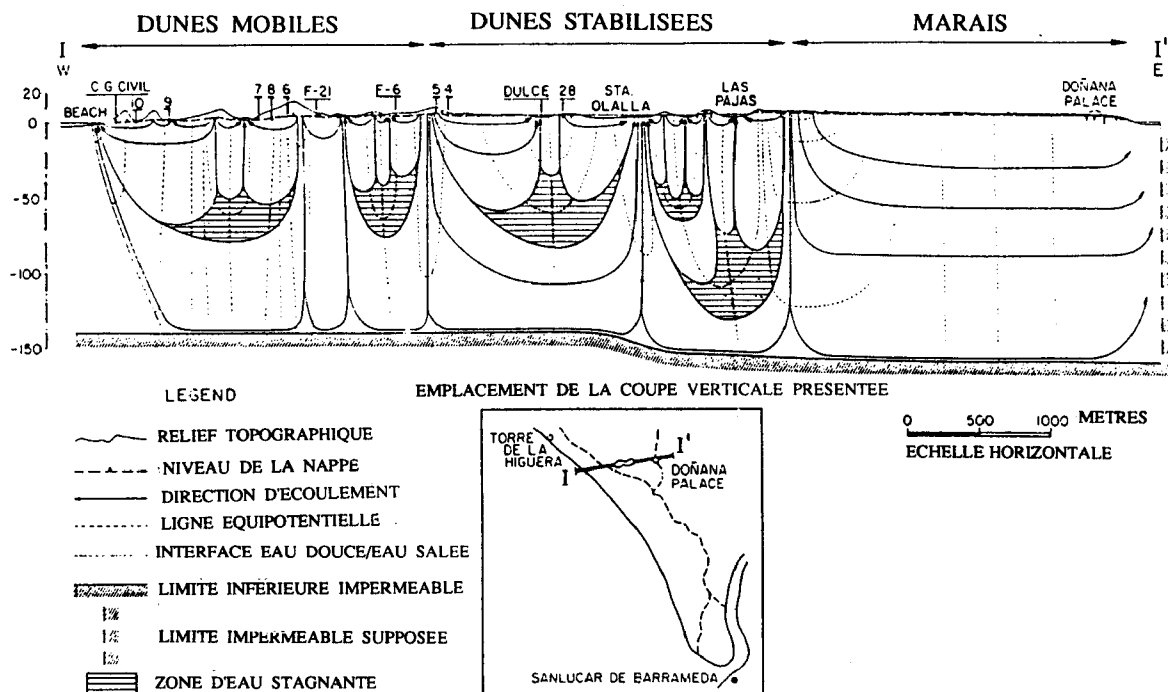




**Profil hydrologique en coupe du Parc National Donnana.**

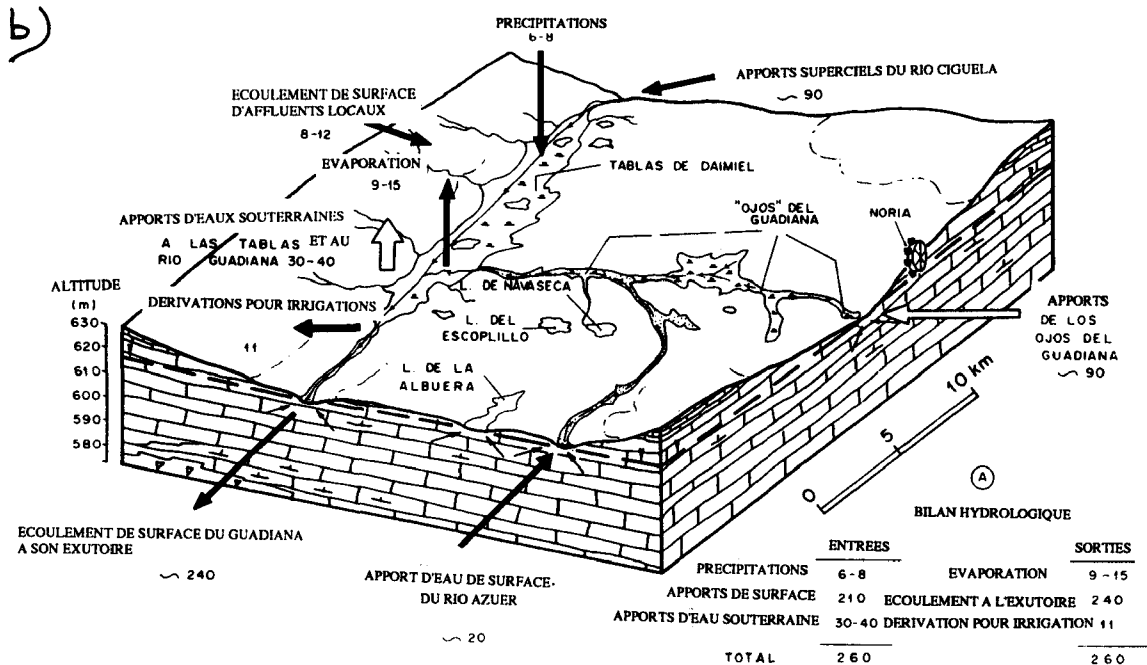
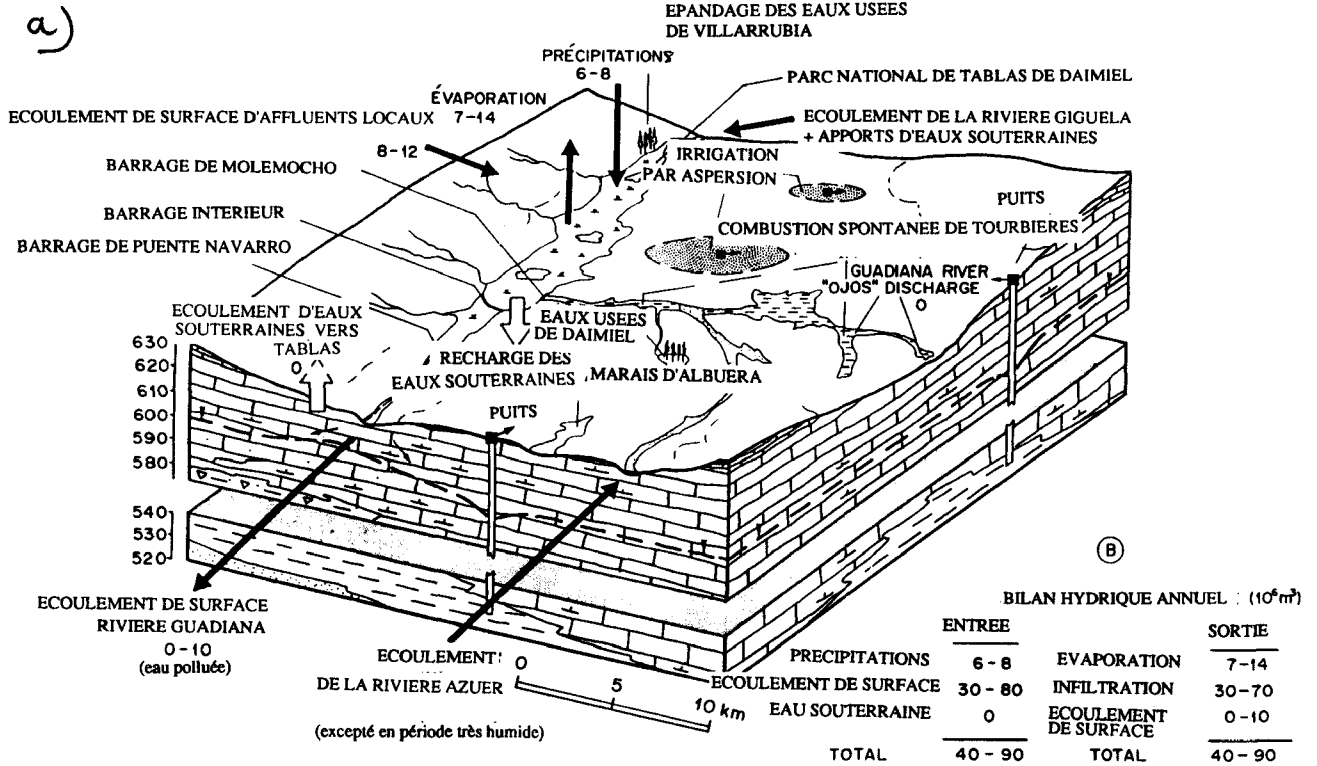
Les lignes équipotentielles et les écoulements ont été calculés par un modèle numérique (d'après Llamas)

**Réseau d'écoulements sous les dunes Donana du Parc Natioal Donana (d'après Llamas)**



Bilan hydrique du Parc National des Tablas de Daimiel

- a) en situation quasi naturelles au début des années 1970
- b) en situation du début des années 1990 après l'excès de pompages et la sécheresse (d'après Llamas)



## **"Menaces et opportunités du futur"**

---

**Commentaire de M. Bernard FESTY**

Parmi les différents aspects technologiques, éthiques, esthétiques et écologiques mentionnés par M. Llamas le point de vue éthique est probablement le plus important à rappeler, qu'il s'agisse d'éthique de l'eau ou finalement d'éthique de la gestion de l'eau au sens très large du terme. La technologie doit être également présente bien entendu et, là encore, je ferai une distinction tout à fait arbitraire entre la technologie de l'hydraulique d'une part, et la technologie de traitement des eaux d'autre part. Le côté esthétique est aussi très important en introduisant les dimensions à la fois culturelle et écologique, les deux pouvant être liées évidemment. En filigrane sont présentées les préoccupations sanitaires du Pr. Llamas dans l'exposé. Il me semble important de lier l'ensemble des aspects en question et tout particulièrement l'aspect écologique et l'aspect sanitaire. On constate trop fréquemment l'existence d'une séparation un peu arbitraire entre ces deux visions écologique et sanitaire, ce qui fait que, d'un côté, on se préoccuperait essentiellement de l'environnement et de la protection de la nature et, de l'autre côté, de la rigueur de la santé. Je crois qu'il faut que nous essayons de combler ce fossé une fois pour toutes avec des approches plus «éco-sanitaires», et faire en sorte que dans la plupart des problèmes à traiter, nous prenions en compte de façon aussi régulière et aussi objective que possible la dimension sanitaire. La démarche actuellement en cours dans un autre domaine de l'environnement, celui sur la qualité de l'air, essaie justement de ne pas faire cette coupure un peu artificielle entre ce qui serait l'écologique et ce qui serait le sanitaire.

En matière de fourniture d'eau pour les villes, il faut privilégier la diversification des ressources de manière à ce que la sécurité de l'approvisionnement en eau soit assuré dans nos cités autant que possible. Il faut évidemment lutter contre le gaspillage. Il faut se préoccuper de la qualité de l'eau et nous aurons l'occasion d'en reparler en particulier à propos de l'eau destinée à la consommation humaine. Je voudrais revenir sur le problème

## B. FESTY

crucial des ressources en eau avec toutes les conséquences qui s'y rattachent, avec la distinction entre les ressources en eau d'origine souterraine et d'origine superficielle et les situations mixtes où les deux types de ressources sont sollicités. En matière de ressources en eau d'origine souterraine, il importe de raisonner sur toute une «panoplie» d'aquifères ayant des caractéristiques différentes en terme à la fois de protection et de renouvellement. C'est dire toute l'importance que revêt alors l'aspect gestion .

Les contaminations d'origine collective nous intéressent tous directement : Nous sommes tous des pollueurs, ne l'oublions pas. Avec les sources de pollution d'origine agricole, nous retombons sur un problème actuel important , les nitrates, et sans oublier les produits phytosanitaires, problème d'avenir. Disons tout de suite que si nous avons un modèle à exporter, il vaudrait mieux que ce ne soit pas celui des pratiques agricoles parce que nous avons un passif dans ce domaine sur lequel il convient de réfléchir avant de vouloir donner des conseils aux autres.

Il faut également se préoccuper de la gestion de nos déchets d'une manière très générale: ordures ménagères, déchets industriels bien entendu et déchets d'origine agricole. Là nous avons encore des progrès à faire en liaison directe avec les connaissances des interactions eau-sol entre autres. La réutilisation actuelle d'un certain nombre de terrains, notamment, de friches industrielles plus ou moins contaminées engendre des situations et des difficultés que l'on ne peut ignorer.

A côté de ces contaminations qui sont évidemment importantes, j'ajouterai un dernier exemple celui de la mise en place de grandes infrastructures souvent au mépris ou au détriment de la protection des autres aggravée par des insuffisances d'évaluation d'impacts diversifiés.

Je voudrais également attirer l'attention sur certains nouveaux usages de l'eau en liaison avec le mode de vie. La population fait de plus en plus appel à des usages ludiques de l'eau et des eaux superficielles en particulier. Nous sommes déjà amenés à nous préoccuper de la qualité de ces eaux en terme d'utilisation ludique et de protection sanitaire.

Enfin j'ajouterai que, outre les problèmes quantitatifs et qualitatifs, il peut y avoir des problèmes mixtes. Par exemple la façon dont nous gérons les ressources en eaux souterraines ne sont pas sans répercussion dans certains cas sur l'évolution de la qualité de cette eau. De mauvaises gestions de nappes souterraines conduisent à des modifications importantes, et parfois très aléatoires, de la qualité des eaux, portant en particulier sur leur salinité.

\* \* \*