

GESTION INTÉGRÉE DES EAUX ET DES TERRITOIRES VUE SOUS L'ANGLE AGRONOMIQUE.

EXEMPLES COMMENTES AU PÉROU, EN INDE ET EN ASIE CENTRALE

AGRONOMICAL OUTLOOK ON INTEGRATED WATER AND LAND MANAGEMENT. DISCUSSED EXAMPLES IN PERU, INDIA AND CENTRAL ASIA.

par Pierre Chevallier¹

RÉSUMÉ

Les usages agricoles de l'eau représentent à l'échelle de la Planète un peu plus des deux tiers des prélèvements sur la ressource en eau disponible. La perception de leur mise en œuvre diffère toutefois selon le niveau de développement et les contraintes générées par les changements globaux, les risques induits et les stratégies géopolitiques. Trois exemples illustrent ce propos : (i) à l'Ouest du Pérou, où la ressource en eau dépend totalement des glaciers de haute altitude soumis au réchauffement climatique ; (ii) dans l'Andhra Pradesh indien où des mesures sociales d'aide aux petits agriculteurs conduisent à une surexploitation des aquifères ; (iii) en Asie Centrale, où une politique planifiée d'aménagements pour une production agricole intensive a conduit au drame de la Mer d'Aral.

SUMMARY

At Planet scale, the agricultural water uses represent a little more of two thirds of the withdrawal on the available water resource. However, the perception of their implementation differs according to the development level and linked constraints, to the global changes, to the induced risks and to the geopolitical strategies. Three examples illustrate this matter: (i) in the West of Peru, where the water resource depends completely from the high mountains glaciers concerned by the climatic warming; (ii) in Andhra Pradesh (India) where social measures of assistance to the small farmers lead to an aquifer overexploitation; (iii) in Central Asia, where a planned policy of hydraulic works for an intensive agricultural production led to the drama of the Aral Sea.

INTRODUCTION

On s'accorde généralement à classer les usages de l'eau en quatre grandes catégories : les usages agricoles, les usages industriels, les usages des collectivités et la consommation d'eau par les réservoirs et les installations hydrauliques.

¹ Directeur de Recherches à l'IRD, Directeur de l'Institut Languedocien de Recherche sur l'Eau et l'Environnement (IFR 123). Maison des Sciences de l'Eau, Université Montpellier 2, CC 57, 34095 Montpellier Cedex 1.
Contact : chevalli@msem.univ-montp2.fr

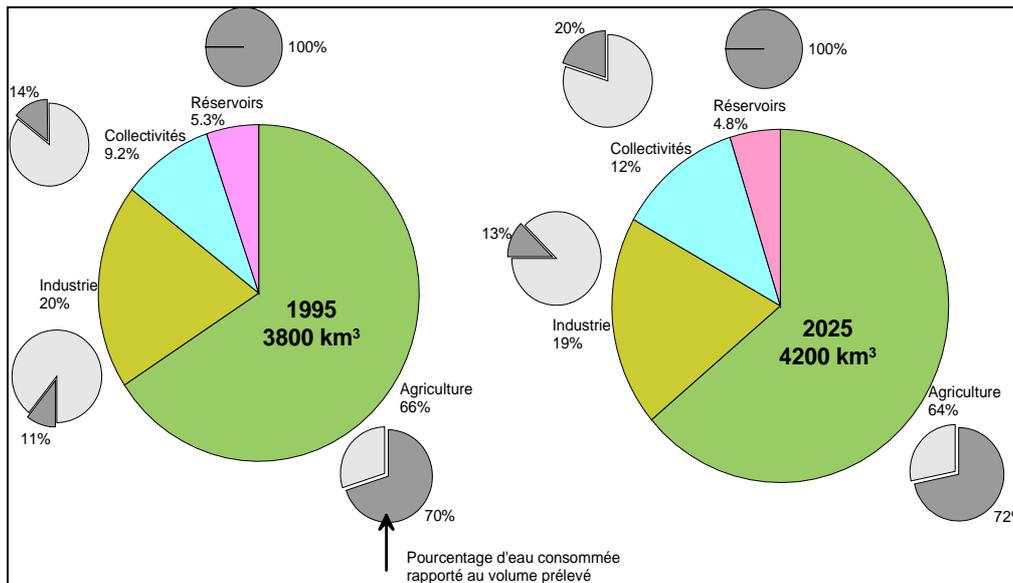


Fig. 1 : Prélèvements et consommation d'eau par secteur en 1995 et 2025
 Source : (Cosgrove and Rijsberman, 2000)

La **figure 1** représente la distribution de ces différents usages en 1995, ainsi qu'une projection pour l'année 2025. Pour chaque usage, on a représenté la partie de l'eau prélevée qui est consommée, c'est-à-dire qui n'est pas restituée au milieu naturel sous forme d'eau liquide après usage (essentiellement à cause du processus d'évapotranspiration).

Sur la **figure 2**, on observe leur évolution au cours du XX^{ème} Siècle et la prévision jusqu'en 2025. On note une première accélération des prélèvements entre 1950 et 1980 correspondant au boom économique après la Deuxième Guerre Mondiale, suivi d'un ralentissement, puis d'une nouvelle reprise projetée pour le début du XXI^{ème} Siècle.

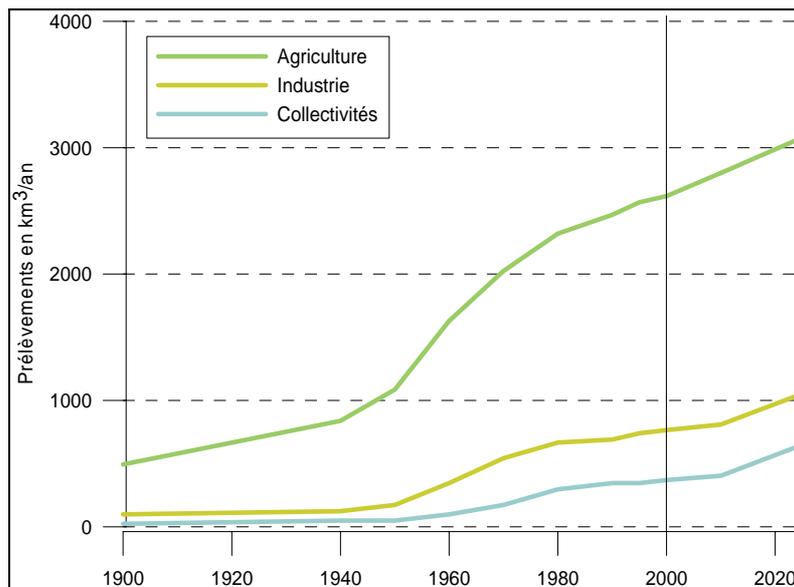


Fig. 2 : Évolution des prélèvements d'eau mondiaux au cours du XX^{ème} Siècle pour les trois secteurs de l'agriculture, de l'industrie et des collectivités
 Source : (WMO, 1998] et prévision jusqu'en 2025 – Source : (Shiklomanov, 1998]

Ces deux figures mettent en évidence le rôle tout particulier que jouent les usages agricoles de la ressource en eau, en mettant à part les réservoirs dont le rôle concerne tous les types d'usage, souvent même simultanément : non seulement, les usages agricoles représentent de loin la plus grande part de l'utilisation de la ressource disponible ; mais aussi, au contraire des usages par les collectivités ou par les industries, ils « consomment » une grande partie de cette eau.

Les ressources en eau sont au cœur de ce que l'on appelle couramment les trois piliers du développement durable : *société, économie, environnement*. La **figure 3**, adaptée d'un schéma proposée par Allan (2001) pour le Moyen-Orient, est aisément transférable au cas général.

Dans tous les cas, il apparaît la nécessité d'une structure de régulation, le plus souvent à l'échelle de l'État, mais aussi à l'échelle des bassins hydrographiques, lorsqu'ils sont transfrontaliers ou lorsqu'ils présentent une certaine homogénéité d'usages et d'usagers.

La perception des usages de la ressource en eau diffère selon le niveau de développement des sociétés humaines. Les usages industriels, qui comprennent le secteur de la production énergétique, et les usages domestiques qui incluent la distribution de l'eau aux particuliers et aux collectivités, dominent pour les sociétés des pays industrialisés en représentant des enjeux économiques considérables faisant presque toujours l'objet de partenariat entre le secteur public et le secteur privé.

Pour les sociétés des pays émergents ou en développement, où la question de la sécurité alimentaire domine, les usages domestiques et surtout agricoles de l'eau représentent plus une préoccupation de société qu'une préoccupation économique. Cette conception explique les difficultés et les conflits rencontrés avec les représentants de la société civile lors des tentatives de « confiscation » dans une perspective de rentabilisation de ce bien considéré comme collectif. On peut citer par exemple « la guerre de l'eau » de Cochabamba en Bolivie pour la distribution d'eau potable ou le collectif d'associations contre l'aménagement de grands périmètres agricoles dans la vallée de la Narmada en Inde occidentale.

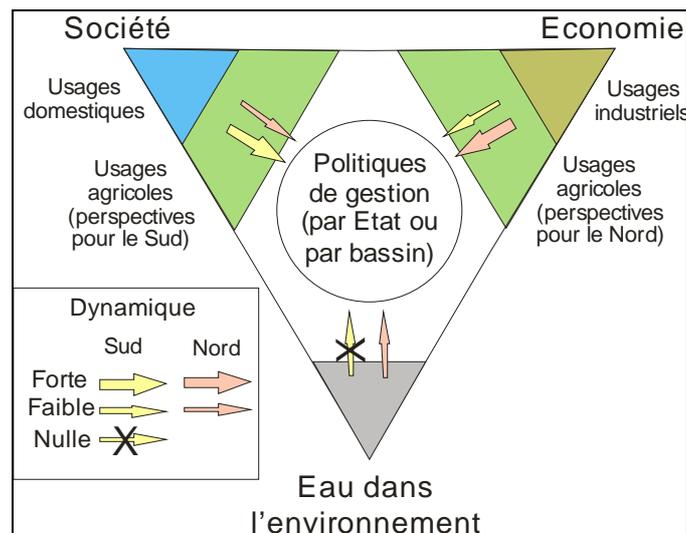


Fig. 3 : Les ressources en eau dans le cadre du *triangle du développement durable*
 Source : (Allan, 2001), graphique adapté avec la permission de l'auteur

La prise en compte d'une approche environnementale de la ressource en eau est encore relativement faible dans les pays du nord et elle n'est que balbutiante dans les pays du sud, où il n'y a pratiquement que certains projets d'envergure, qui font souvent l'objet de financements internationaux qui l'exigent.

La situation planétaire et les enjeux pour l'agriculture

Les usages agricoles de l'eau représentent les deux tiers de tous les prélèvements à l'échelle planétaire, dont environ 70% sont « consommés ». Ils servent le plus souvent à l'agriculture irriguée avec des techniques très variables selon la disponibilité de l'eau et son origine superficielle ou souterraine.

C'est l'Asie qui utilise le plus d'*eau agricole* (**figure 4**), en particulier dans les grands pays très peuplés comme la Chine, l'Inde ou le Pakistan où la *Révolution Verte*² a permis de mieux nourrir des régions soumises à une pression démographique croissante, mais aussi en Asie Centrale où l'économie soviétique avait fait des choix de développement utilisant à des fins agricoles les ressources en eau des montagnes du Pamir (voir plus loin la section sur la Mer d'Aral).

L'irrigation a répondu de façon spectaculaire au problème posé par la sécurité alimentaire des populations de la terre sans toutefois l'avoir définitivement résolu. Elle a aussi permis une valorisation économique de l'eau et des terres. Cela justifie sans aucun doute la poursuite de son développement. Mais sa généralisation, parfois sans en peser toutes les conséquences, pose de nouvelles questions, parmi lesquelles, on retiendra aux échelles locales :

- La *salinisation* des sols : l'évapotranspiration dans les systèmes irrigués concentre le sel contenu naturellement dans les eaux ;
- des modes de gestion des terroirs remettant en question profondément les traditions, les cultures et les organisations sociales ;
- une valorisation économique du foncier et de l'outil de travail ;
- la nécessité d'une approche technique et donc d'une formation des usagers ;
- les très importantes *pertes* liées au transport de l'eau³ qui font que souvent une proportion très faible de l'eau prélevée profite réellement aux cultures.

On remarque sur la figure 4 une tendance moindre d'augmentation de la consommation d'eau par rapport aux superficies irriguées à partir de 1990. Cela peut s'expliquer par l'amélioration du transport de l'eau, de sa distribution et de l'usage de techniques d'irrigation moins consommatrices, mais aussi par l'arrivée de nouvelles variétés végétales moins consommatrices d'eau.

² A partir du milieu des années 60, les progrès de l'agronomie, de la génétique végétale, du machinisme agricole, ainsi que des moyens de luttés contre les maladies végétales et les ravageurs, ont permis d'améliorer considérablement les rendements des productions vivrières

³ Ces pertes sont essentiellement dues à l'évaporation, mais aussi à l'infiltration. Dans ce dernier cas si l'eau n'est pas profitable à la culture irriguée, elle n'est pas *perdue* pour d'autres usages. C'est la raison pour laquelle, il est toujours très difficile d'établir un véritable *facteur de rendement*.

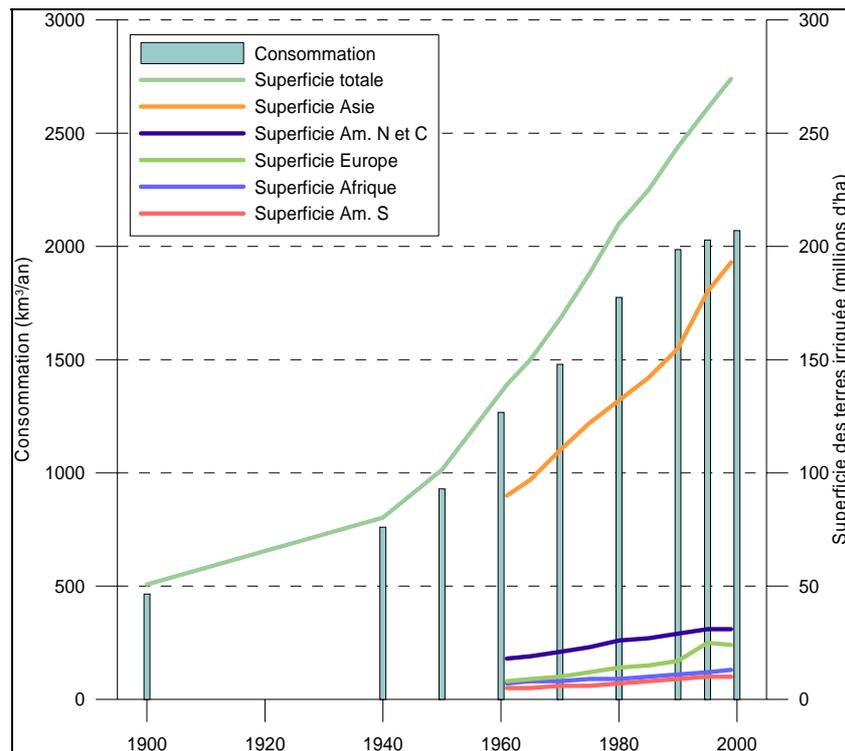


Fig. 4 : Évolution de la consommation d'eau pour l'irrigation et de la superficie des terres irriguées par continents au cours du XX^{ème} Siècle
Sources : WMO (1998) ; (Gleick et al., 2002; WMO, 1998]

Changements et risques

Les changements globaux

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

- D'une part, la variabilité naturelle intrinsèque de l'environnement. L'eau est à la surface de la terre un acteur fondamental de sa dynamique, comme vecteur de transport de matière, de vie, de façonnage des paysages, etc.
- D'autre part, le rôle des sociétés humaines qui adaptent cet environnement à leurs besoins, tout particulièrement pour la production agricole et animale afin de préserver leur sécurité alimentaire. La ressource en eau est un élément central de ces constructions humaines.
- 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 précipitation 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 climat une large partie de la responsabilité des dysfonctionnements environnementaux constatés. C'est une porte de sortie facile parce qu'elle permet de rejeter la responsabilité à une échelle globale où tout le monde est impliqué, mais dont personne n'a 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 : on sait qu'il y a eu des bouleversements environnementaux et climatiques qui ont dans le passé *géologique* profondément modifié les conditions de vie sur notre planète : par exemple et pour rester dans le domaine de la ressource en eau : la dernière grande glaciation qui, en stockant sous forme de glace continentale une partie des eaux marines, a provoqué une baisse considérable des niveaux des mers (-120 m pour la Méditerranée). Plus récemment, des conditions climatiques stables et plutôt clémentes ont prévalu au cours des derniers millénaires qui ont permis le développement rapide de l'humanité et de ses activités dans des sites géographiques favorables. L'inquiétude actuelle vient du fait que contrairement aux temps *géologiques*, l'homme est devenu un acteur majeur de ces changements dont l'accélération est sans commune mesure avec les variations du passé, d'abord aux échelles locales, puis progressivement à l'échelle planétaire. Ces questions ont fait l'objet de plusieurs contributions de scientifiques français au Sommet de Johannesburg (Barbault et al., 2002; Ministère de la Recherche et des Nouvelles Technologies, 2002].

Les risques liés à l'eau

Une politique sérieuse de *développement durable* doit s'intéresser aux risques qui menacent les sociétés humaines et à la mise en place de dispositifs adaptés à leur prévention. Un certain nombre de ces risques sont liés à l'eau et aux flux de matières associés. La gestion de ces risques rentre aussi dans le schéma d'une *Gestion Intégrée des Ressources en Eaux*.

Classiquement, la notion de risque est décrite comme la résultante de deux concepts : l'*aléa* et la *vulnérabilité*. On peut distinguer les risques *naturels* où la part de l'aléa domine, et les risques liés aux activités humaines où la part de la vulnérabilité domine, les deux étant dans la pratique, comme pour les *changements globaux*, étroitement liés.

- Les risques *naturels* concernent surtout l'exacerbation de phénomènes locaux et restreints dans le temps : sécheresses, d'une part, et crues et inondations, d'autre part, avec le cortège de problèmes associés affectant la végétation, les sols, les paysages. Il n'est pas démontré que les *changements globaux* donnent un caractère plus ou moins catastrophique à ces risques, mais ils en modifient souvent la nature et les conséquences non seulement dans la mesure où les installations humaines plus denses, sont plus vulnérables (dans les causes et dans les effets), mais aussi parce que les sociétés humaines sont moins fatalistes et acceptent de moins en moins les aléas d'une nature qu'elles souhaiteraient pour une grande part « *contrôlable* ».
- Les risques liés aux activités humaines sont de très nombreux ordres : physiques avec une mauvaise gestion, voire la rupture, d'ouvrages ; chimiques avec les innombrables sources de pollution ponctuelle ou diffuse ; biologique avec des atteintes à la faune, à la végétation, à la santé humaine ; économiques avec les choix d'aménagements agricoles, industriels ou urbains ; énergétiques avec la dépendance forte à la disponibilité en eau des systèmes de production hydraulique, thermique, nucléaire ; politiques avec les conflits transfrontaliers ou interrégionaux dans un même pays pour l'usage des ressources en eau dans le continuum amont-aval, etc.

Dans l'un et l'autre cas, on s'aperçoit que les politiques agronomiques sont susceptibles de jouer des rôles clés dans la genèse des événements à risques qu'on les rattache à l'une ou à l'autre des deux familles décrites plus haut. Les exemples de l'Inde et de la Mer d'Aral évoqués plus loin dans ce texte illustrent de façon particulièrement démonstrative ce rôle.

Géopolitique de l'eau

En reprenant le schéma de Allan (2001) (figure 3), seules les structures politiques à l'échelle des pays ou à l'échelle des bassins sont à même de contrôler les actions des acteurs du développement durable. Elles doivent s'adapter à chaque situation locale à une période donnée en tenant compte du voisinage. Lacoste (2001) élargit cette approche en notant que *les questions de géopolitique de l'eau* incluent *l'analyse critique des représentations que diffusent les médias, dès lors qu'il est question de ressources en eau, de leur mise en valeur ou des concurrences qu'elles suscitent sur des territoires de plus en plus grandes dimensions.*

A travers quelques exemples ou questions souvent mis en lumière par les médias - parfois de façon tendancieuse -, les paragraphes suivants tentent d'illustrer ce concept et les difficultés de sa mise en œuvre en apportant une analyse sous l'angle des perspectives agronomiques.

Trois exemples

Le bassin du Rio Santa (Pérou)

Au Pérou les ressources en eau sont très inégalement réparties sur un territoire pourtant très vaste : environ la moitié des 27 millions d'habitants (estimation INED mi-2003, www.ined.fr) du pays réside dans la zone côtière, un tiers dans les régions montagneuses de la Cordillère des Andes, et un sixième dans la vaste plaine amazonienne (Consejo Nacional del Ambiente, 2001). La zone côtière est désertique et la totalité des ressources en eau dépend des cours d'eau qui descendent du versant ouest de la Cordillère. En saison des pluies (décembre à avril), ils drainent les écoulements générés par les précipitations et en saison sèche, les débits sont assurés uniquement par la fonte des glaciers qui recouvrent les sommets à des altitudes généralement comprises entre 4500 et 6500 m.

En partenariat avec le Service National de la Météorologie et de l'Hydrologie (Senamhi) et avec l'Institut National des Ressources Naturelles (INRENA) du Pérou, l'unité de recherche **Great Ice** de l'IRD conduit depuis la fin des années 90 un programme de recherche dont l'objectif est précisément d'évaluer les conséquences d'un changement climatique sur les ressources en eau, et l'impact qui en découle sur les activités humaines. L'étude se concentre sur la vallée du Rio Santa qui draine la Cordillère Blanche, la plus haute et la plus englacée de tout le pays.

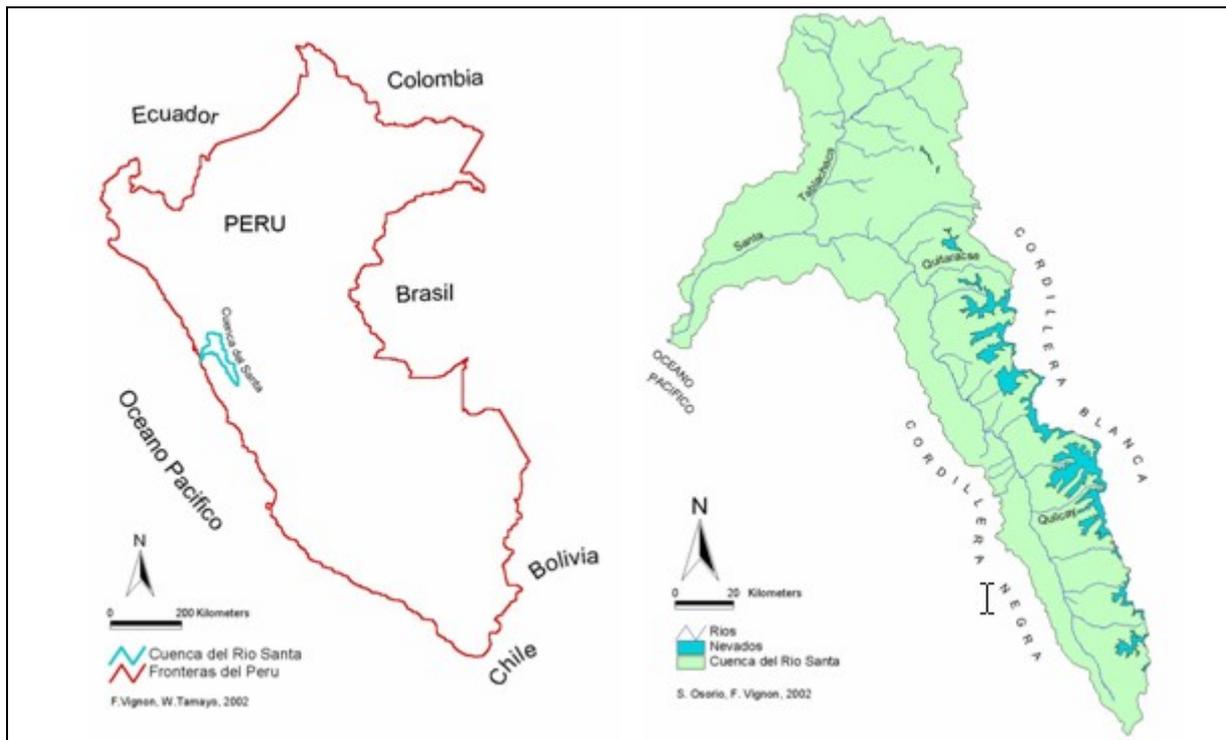


Fig. 5 : Localisation du bassin du Rio Santa au Pérou et des glaciers qui l'alimentent (Suarez, 2003]

Dans cette vallée l'eau des glaciers fait l'objet d'aménagements et d'usages dont l'importance sociale et économique est vitale, non seulement pour la région, mais aussi pour le pays. De l'amont vers l'aval⁴ :

- Les glaciers eux-mêmes sont un atout touristique, qui attire les alpinistes et les randonneurs du monde entier ;
- A l'aval des glaciers, on trouve de très nombreux lacs morainiques qui constituent un important risque potentiel pour les populations en cas de débordement ou de rupture du verrou qui les contiennent. Certains de ces lacs sont contrôlés par des ouvrages hydrauliques, afin de réguler les débits pour l'alimentation de l'usine hydroélectrique qui se trouve plus bas dans la vallée.
- En dessous de ces lacs, on accède au domaine de l'agriculture de versant, pratiquée depuis des siècles par les indiens, à l'aide d'un système complexe de petits canaux à flanc de montagne, les *acequias*. Le contrôle de l'eau, opéré à l'amont de ces dispositifs par les opérateurs de la production énergétique, est une source de vives discussions.
- A la sortie de la zone montagneuse, on trouve l'usine de Huallanca (270 MW, environ 5% de la capacité de production énergétique péruvienne) qui turbine les écoulements du Rio Santa.
- Encore à l'aval, dans la zone côtière désertique, l'eau du Rio Santa est captée pour irriguer de gigantesques périmètres agricoles. Le *proyecto especial* Chavimochic, initié au début des années 80 au nord couvre 135 000 ha de cultures diverses destinées principalement à l'exportation (fruits, asperges, etc.). Il constitue un pôle attractif pour les ouvriers agricoles qui migrent des régions de montagnes pour s'installer dans la plaine côtière. L'économie de la ville de Trujillo (un million d'habitants) dépend de manière significative de ces

⁴ Cette description est illustrée dans le film documentaire de Patrice Desenne « Cordillère Blanche, les rivières de glace », produit par Europimages et France 5 (2003), en co-production avec l'IRD.

installations qui lui fournissent aussi son eau potable. D'autres projets hydroagricoles sont à l'étude ou déjà en construction.

Analyse :

Tout cet ensemble est très largement dépendant de réservoirs glaciaires menacés par le changement climatique : si actuellement la fonte accélérée conduit à une augmentation de la ressource disponible, la réduction des glaciers conduira inéluctablement à une récession après un passage par un optimum.

On comprend donc la fragilité d'un système complexe associant des activités agricoles traditionnelles et de haute technologie à une production énergétique, une prévention des risques et une politique économique d'ouverture au tourisme et aux loisirs.

L'investissement énorme consenti par l'état et par le secteur privé pour le développement d'une agronomie de haute technologie draine non seulement des capitaux, mais aussi des populations qui quittent leurs villages de montagne et leurs techniques traditionnelles pour s'installer dans un milieu inhospitalier dont l'aménagement est construit sur la base d'une ressource en déséquilibre.

Dans cet exemple, le déséquilibre n'est pas lié aux développements agronomiques. Mais son accélération conduira à une remise en question des politiques agricoles aussi bien dans activités traditionnelles que dans les grands périmètres côtiers, même si on décidait d'aller chercher de l'eau plus loin (Amazonie) à des coûts que les aménagements devront justifier.

La région d'Hyderabad –Andra Pradesh (Inde)

L'utilisation des eaux souterraines pour l'irrigation s'est considérablement développée au cours des vingt dernières années en Inde, tout particulièrement dans la région centrale du plateau du Dekkan, pauvre en grandes rivières et soumise aux aléas saisonniers de la mousson. Une cellule franco-indienne de recherche associant le BRGM et le NGRI⁵ étudie depuis 2000 cette situation et ses conséquences sur les ressources en eau et leur qualité.

Sur le site expérimental de Maheshwaram à 35 km d'Hyderabad (Andhra Pradesh), le nombre de forages a été multiplié par plus de 10 au cours des dix dernières années (**figure 6**). A l'échelle de l'Inde, on estime que le nombre de forages à vocation agricole est passé de moins d'un million en 1960 à plus de 19 millions en 2000 (Maréchal et al., 2003).

La raison de cette explosion est à la fois technique et politique due à la distribution de l'énergie électrique partout à un faible coût pour l'utilisateur d'une part, et aux subventions ou aux prêts bancaires à des taux très avantageux permettant l'achat de pompes, d'autre part. La conséquence de ce suréquipement est que le niveau de la nappe dans la région a baissé de 25 mètres en 20 ans. C'est-à-dire que l'on ne se trouve plus dans une situation d'exploitation *durable* de la ressource. Les précipitations efficaces ne peuvent plus équilibrer les prélèvements.

⁵ BRGM : Bureau de Recherche Géologique et Minière, organisme public de recherche français (www.brgm.fr) et NGRI : *National Geophysical Research Institute*, organisme public fédéral de recherche indien localisé à Hyderabad (www.ngri.org.in).

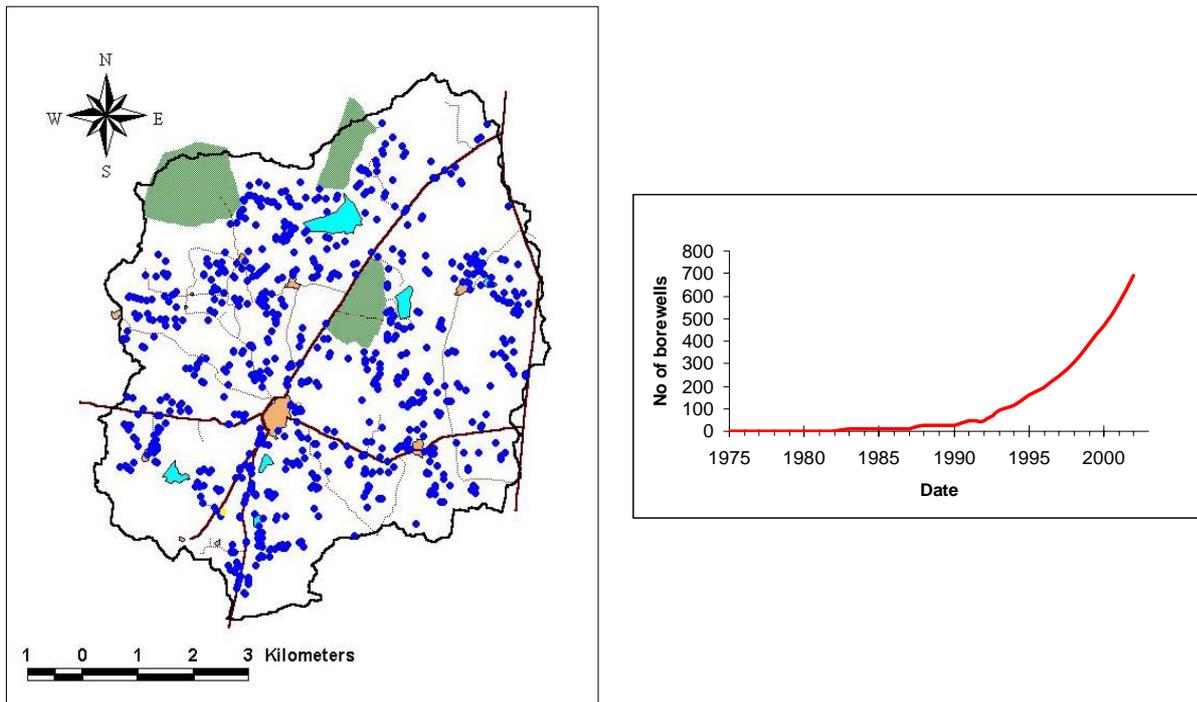


Fig. 6 : Localisation des forages sur le bassin versant de Maheshwaram (Andhra Pradesh, Inde) et courbe de croissance du nombre de forage entre 1975 et 2003 – carte et graphique fournis par J.C. Maréchal, ©BRGM (2004)

Analyse :

On se trouve ici devant un cas de figure caractéristique des difficultés de la mise en œuvre d'une démarche de développement durable. Les progrès techniques et les volontés d'améliorer les conditions de vie des sociétés d'une part, et l'absence de gestion intégrée de la ressource d'autre part, conduisent à la mise en œuvre de politiques de développement non durable qui se traduisent par une surexploitation des eaux souterraines et, *in fine*, à un appauvrissement de l'environnement. Dans ce cas particulier, les solutions étudiées passent principalement par deux voies (Lachassagne et Maréchal, comm. orale, 2004) :

- d'une part, l'augmentation de la ressource en réduisant les pertes par évaporation et en favorisant l'infiltration des eaux de ruissellement excédentaires en saison des pluies,
- d'autre part, la réduction de la demande ou, mieux encore, l'augmentation de la valeur ajoutée produite pour chaque mètre cube d'eau consommée, par exemple en promouvant des cultures moins consommatrices d'eau.

Dans la pratique cette méthode nécessite un important effort de concertation, de formation et d'encadrement, mais elle se résume parfois aussi à un contrôle autoritaire de la distribution électrique pour stopper des pompages qui fonctionnent de manière ininterrompue sans nécessité.

Le bassin de la Mer d'Aral (Asie Centrale)

Souvent montré du doigt, mais malheureusement toujours d'actualité, le drame de la Mer d'Aral a été découvert par le monde occidental à l'occasion d'un article de la revue scientifique américaine *Science* peu de temps avant l'effondrement du système soviétique (Micklin, 1988).

La Mer d'Aral au centre de l'Asie est un lac naturel endoréique situé dans une zone à l'aridité prononcée entre les montagnes de l'Hindukuch, du Pamir et du Tien-Chan à l'est, et la Mer Caspienne à l'ouest (Létolle and Mainguet, 1993]. Elle est alimentée par deux cours d'eau, l'Amou

Darya au sud et le Syr Darya au nord, et son bassin versant concerne six pays dont cinq étaient des républiques soviétiques jusqu'en décembre 1991 : l'Afghanistan, le Kazakhstan, la Kirghizstan, l'Ouzbékistan, le Tadjikistan et le Turkménistan. Les choix productivistes du système soviétique avaient désigné ce bassin pour la construction d'un gigantesque système d'irrigation entièrement dévolu à la production de coton. En échange de cette monoculture, les républiques concernées recevaient les moyens en hommes et en technologies pour mettre en œuvre le programme, ainsi que les flux économiques correspondant. Depuis la fin de l'ère soviétique, une partie des hommes et des techniques subsistent, mais les flux économiques ont été coupés.

Les grands travaux ont débuté dès les années 50 et leurs effets ont commencé à se faire sentir à partir du début des années 60. Les prélèvements et surtout les consommations par les surfaces irriguées, les canaux qui les alimentent et les collecteurs qui récupèrent les eaux de drainage ont été trop importants pour maintenir l'équilibre apports/évaporation de la Mer d'Aral et on a observé simultanément (**figure 7**) : la diminution rapide du niveau, de la surface et du volume de la Mer et l'augmentation concomitante de la salinité.

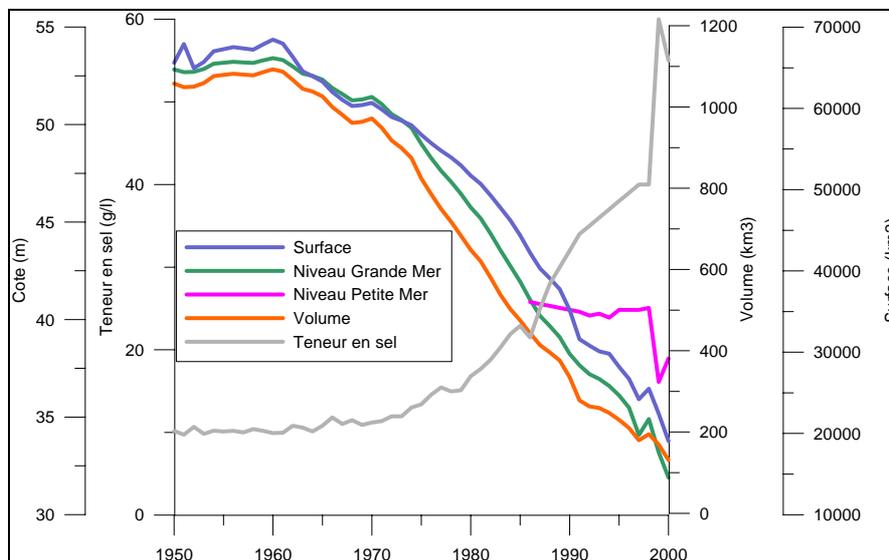


Fig. 7 : Évolution de la surface, du niveau, du volume et de la teneur moyenne en sel de la Mer d'Aral entre 1950 et 2000. On note qu'à partir de 1986, une coupure s'est produite avec une Petite Mer au Nord et une Grande Mer au Sud Source : (Dukhovny and Avakyan, 2001]

Dès la fin des années 80, on s'est aperçu que le dommage n'affectait pas seulement un grand lac au milieu d'un désert, mais qu'il provoquait un enchaînement de phénomènes qui avaient des conséquences sur les hommes et leurs activités, ainsi que sur le milieu naturel et la biodiversité :

- Disparition complète des poissons et des activités économiques liées à la pêche ;
- Salinisation dramatique des terres irriguées et des zones de rejet des eaux de drainage (lacs poubelles), puis dépôt salin par transport éolien sur toute la région ;
- Problèmes de santé publique : affections respiratoires, stérilité des femmes, augmentation de la mortalité infantile ;
- Disparition des activités traditionnelles de chasse (rat musqué, en particulier) et d'élevage (chameaux, chevaux) dans les deltas ;
- Destruction des roselières dans les zones humides qui constituaient des zones de repos et de nidification pour les oiseaux migrateurs au centre de l'Asie Centrale ;

- Atteintes sévères aux forêts de saules et de *tugai*, arbre caractéristique et emblématique des berges de rivières en Asie Centrale, qui puise directement dans la nappe affleurante et qui constitue un milieu privilégié pour certaines espèces animales.

A partir du milieu des années 90, l'aide internationale et de nombreux programmes de réhabilitation ont été entrepris pour venir en aide en priorité aux populations riveraines des deltas du nord et du sud. Une tentative collective de meilleure gestion des ressources en eau des deux fleuves, d'une part, et de réhabilitation des zones humides dans les deux deltas, d'autre part, est devenue un enjeu majeur dans les stratégies de coopération régionales et internationales (Micklin, 2002].

Analyse :

Très souvent évoqué, le cas de la Mer d'Aral est impressionnant et caricatural pour illustrer les conséquences de choix agronomiques à très grande échelle, construits autour de trois mots clés : production agricole, stratégie économique, aménagement du territoire.

Le « problème » a été exacerbé par un fait totalement externe : la chute brutale du système soviétique qui a accéléré les conséquences néfastes pour les populations locales d'un déséquilibre sans doute inéluctable.

Les leçons à tirer de cet exemple sont doubles :

- Il est nécessaire d'être prudent lorsqu'on envisage de faire des aménagements à très grande échelle ; et il faut sans doute vérifier qu'à l'échelle des territoires locaux, beaucoup plus homogènes, les principaux équilibres environnementaux, économiques, et sociaux (y compris sanitaires) ne sont pas menacés.
- Les facteurs externes, qu'ils soient humains ou naturels, sont susceptibles de remettre en question de manière quasi instantanée des choix mûrement pesés. Il est donc particulièrement important d'associer à ces choix tous les acteurs : usagers, décideurs, scientifiques, industriels, politiques, investisseurs, etc.

CONCLUSIONS

Nous avons tenté dans cette présentation illustrée d'exemples de montrer à la fois la difficulté et les enjeux d'une gestion concertée de l'eau pour les usages agricoles dans un contexte où les contraintes sont parfois naturelles, mais souvent sociales, culturelles et économiques. Elles varient beaucoup d'un lieu à l'autre de la planète. On a souvent tendance, dans les grands débats de sociétés à ne discuter de l'eau que sous son aspect le plus immédiat : l'eau distribuée aux foyers pour les usages domestiques ou collectifs. Certes ce domaine repose sur des enjeux politiques et économiques énormes, tout particulièrement en France où sont installées les plus importants opérateurs privés de ce secteur. Il est toutefois essentiel que la question de l'eau « agricole » soit remise sur le devant la scène.

Note

Ce texte reprend certains éléments d'un chapitre qui m'a été demandé par les Éditions Passages (Chevallier, 2004] pour un ouvrage collectif édité à l'occasion du 2^{ème} Forum Mondial du Développement Durable en novembre 2004 à Paris. Il n'aurait pu être réalisé sans les informations amicalement apportées par Bernard Pouyaud et Wilson Suarez (Pérou), Victor Dukhovny et Philip Micklin (Mer d'Aral), ainsi que Jean-Christophe Maréchal (Inde). Tony Allan m'a autorisé à utiliser et à adapter le schéma de la figure 3.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- (1) ALLAN J.A., 2001. – The Middle East water question: hydropolitics and the global economy, I. B. Tauris & Co Ltd, London, New York, 382 pp.
- (2) BARBAULT R., CORNET A., JOUZEL J., MÉGIE G., SACHS I. and J. WEBER, 2002. – Johannesburg. Sommet Mondial de Développement Durable. Quels enjeux? Quelle contribution des scientifiques?, Ministère des Affaires Etrangères - ADPF, Paris, 185 pp.
- (3) CHEVALLIER P., 2004. – 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, edited by J.-P. Hauet, Passages, Paris, 37-57 pp.
- (4) CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE, 2001. – Comunicación nacional del Perú a la Convención de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Consejo Nacional del Ambiente, Gobierno del Perú, Lima, 156 pp.
- (5) COSGROVE W.J. and RIJSBERMAN F.R., 2000. – World water vision. Making water everybody's business, Earthscan Publications, World Water Council, London, 108 + CD Rom pp.
- (6) DUKHOVNY V. and AVAKYAN I., 2001. – Assessment of the social-economic damage under the influence of the Aral Sea level lower. INTAS - RFBR 1733 Project with participation of NATO Project SFP 974357. Final Report, SIC ICWC, Vienna, Moscow, Amersfoord, Tashkent, 109 pp.
- (7) GLEICK P.H., BURNS W.C.G., CHALECKI E.L., COHEN M., KAO CUSHING K., MANN A.S., REYES R., WOLFF G.H. and WONG A.K., 2002. – The World's water. The biennial report on freshwater resources, Island Press, Washington, Covelo, London, 334 pp.
- (8) IPCC, 2001. – Climate Change 2001: The Scientific Basis - Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge University Press, 944 pp.
- (9) LACOSTE Y., 2001. – Géopolitique de l'eau, Hérodote (102), 2-18 pp.
- (10) LÉTOLLE R. and MAINGUET M.M., 1993. – Aral, Springer-Verlag France, Paris, 358 pp.
- (11) MARÉCHAL J.C., GALEAZZI L., DEWANDEL B. and S. AHMED, 2003. – Importance of irrigation return flow on the groundwater budget of a rural basin in India, in Hydrology in the Mediterranean and Semiarid Regions, edited by E. Servat, W. Najem, C. Leduc, and S. Ahmed, IAHS, Montpellier, 62-67 pp.
- (12) MICKLIN P.P., 1988. – Desiccation of the Aral Sea: a water management disaster in the Soviet Union, Science, 241 (2 September 1988), 1170-1176 pp.
- (13) MICKLIN P.P., 2002. – Water in the Aral Sea Basin of Central Asia: cause of conflict or cooperation, Eurasian Geography and Economics, 43 (7), 505-508 pp.
- (14) MINISTÈRE DE LA RECHERCHE ET DES NOUVELLES TECHNOLOGIES, 2002. – La science au service d'un développement durable. Contribution des organismes publics de recherche français au Sommet Mondial du développement durable de Johannesburg 2002, Ministère de la Recherche et des Nouvelles Technologies, Paris, 112 pp.
- (15) SHIKLOMANOV I.A., 1998. – World Water Resources. A new appraisal and assessment for the 21st Century, UNESCO, Paris, 38 pp.
- (16) SUAREZ W., 2003. – Bilan hydrique d'un système lacustre de haute montagne: le bassin Paron (Cordillère Blanche - Pérou), Mémoire DEA thesis, Université Montpellier 2, Montpellier.
- (17) WMO, 1998. - Inventaire exhaustif des ressources mondiales en eau douce, 33 pp.