
VertigO

VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement, Vol 4, No 3, décembre 2003

ÉDITORIAL

Par Jean-Guy Vaillancourt,
Membre du comité scientifique,
Directeur du Groupe de Recherche en Écologie Sociale
(GRESOC), courriel: jean.guy.vaillancourt@umontreal.ca,

L'eau, enjeu vital pour le XXI^e siècle

L'année 2003 a été proclamée Année internationale de l'eau douce par l'UNESCO et par l'Assemblée générale de l'ONU. De plus, le Comité des droits économiques, sociaux et culturels de l'ONU vient de déclarer que l'accès à l'eau potable est un droit humain fondamental. Entre le Sommet de la Terre de 1992 à Rio et celui de Johannesburg en 2002, il y a eu une prise de conscience croissante du fait que l'eau est un enjeu vital pour l'avenir. L'eau est une question émergente en ce qui concerne l'accès à l'eau potable, la qualité de cette eau, et le problème de sa privatisation et ces questions sont perçues comme des enjeux majeurs pour les droits humains, l'équité, et la démocratie.

L'eau est un élément matériel de base et une ressource naturelle très précieuse, dont les usages domestiques, agricoles, industriels, urbains et de loisirs sont devenus considérables. L'eau douce est un enjeu économique et stratégique central, une source potentielle de conflits majeurs. L'accès à l'eau et sa maîtrise sont dorénavant des enjeux incontournables pour les collectivités locales et les gouvernements, au même titre que la terre l'a été tout au cours de l'histoire.

Nous sommes maintenant devant la nécessité d'utiliser, de gérer, et de protéger l'eau de façon durable, car elle est à la base de toutes les formes de vie sur Terre. Tout comme l'air que nous respirons, l'eau de qualité et en quantité suffisante est un trésor collectif indispensable et irremplaçable, qui est en train de devenir un objet de conflits et de guerres, ainsi que de commerce et de profits mirobolants. Comme l'air, c'est un bien commun de l'humanité dont l'accès est un droit humain individuel et collectif inaliénable. Il faut donc éviter à tout prix de « pétroliser » l'or bleu en le privatisant et en le commercialisant. Au moment même où l'humanité fait face à une sérieuse pénurie d'eau potable et donc à une crise grave qui menace la survie des humains sur Terre, des gouvernements et des institutions internationales à la solde d'intérêts financiers privés préconisent la privation et la marchandisation de l'eau douce, une solution qui ne fera qu'empirer le problème.

DANS CE NUMÉRO

Perspective

- L'éducation à l'éthique de l'environnement dans le cadre de l'éducation en science et en technologie : une justification, M. Chavez Tortolero
- Aménagement et gestion des eaux en France : l'échec de la politique de l'eau face aux intérêts du monde agricole, A. Brun

Dossier:

Les grands fleuves : entre conflits et concertation

- Qu'est-ce qu'un grand fleuve? J. Béthemont
- La gestion par bassin versant : du principe écologique à la contrainte politique - Le cas du Mékong, B. Affeltranger et F. Lasserre
- Comment bâtir une prospective commune pour la gestion d'un fleuve transfrontalier ? L'exemple de L'Escaut. G. Bouleau
- L'Égypte et la gouvernance contestée des eaux du Nil, J. Béthemont
- Le Tigre et l'Euphrate de la discorde, G. Mutin
- Les paradigmes de la gestion transfrontalière à l'épreuve du Dniepr, G. Bouleau, P. Lorillou
- Impact du barrage des Trois Gorges au développement durable de la Chine, P. Savoie
- Delta intérieur du fleuve Niger au Mali - Quand la crue fait la loi : l'organisation humaine et le partage des ressources dans une zone inondable à fort contraste, M.-L. de Noray
- Changements environnementaux, dérives écologiques et perspectives de restauration du Rhône français : bilan de 200 ans d'influences anthropiques, J.-F. Fruget
- Influence du changement climatique sur le fonctionnement hydrologique et biogéochimique du bassin de la Seine, A. Ducharme et coll.
- Le lac Saint-Pierre : une fenêtre sur les transformations de l'écosystème du Saint-Laurent, J. Morin et J.-P. Côté

Regards sur le Monde

- Aotearoa/Nouvelle-Zélande : perspective sur les glaciers et avalanches, Bruno de Passillé
- Croisières et tourisme polaire : des vacances aux confins de la géographie, Alain Grenier

J'ai lu

- L'envers de l'Assiette et quelques idées pour la remettre à l'endroit, Laure Waridel ; Écocide - Une brève histoire de l'extinction en masse des espèces, Franz J. Broschwimmer; Waza Logone - Histoires d'Eaux et d'Hommes, Marie-Laure de Noray; Les humeurs de l'océan : effets sur le climat et les ressources vivantes, Bruno Voituriez; L'avenir de la vie, Edward O. Wilson

Les articles n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement la position de la revue VertigO, de son comité de rédaction, de son comité scientifique ou de ses partenaires.

La revue VertigO est appuyée financièrement par la Corporation I.C.I. environnement.



Équipe de rédaction

Directeur de la publication Rédacteur en Chef

Éric Duchemin, Ph.D

Rédactrice-adjointe

Sophie Hamel-Dufour, MSc, Rédactrice-adjointe

Comité scientifique

P. Côté, Université du Québec à Rimouski, Canada
P. Crabbé, Université d'Ottawa, Canada
L. Guay, Université Laval, Canada
P. Houenou, Université d'Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire,
Y. Leblanc, Journaliste, Canada
S. Lepage, Environnement Canada, la Biosphère, Canada
M. Lucotte, Université du Québec à Montréal, Canada
M. Richard, Régie Régionale de la Santé, Canada
M.P. Sassine, Régie régionale de la Santé, Canada
J.G. Vaillancourt, Université de Montréal, Canada
J. Vien, Université de Sherbrooke, Canada
B. Zuindeau, Université de Lille-1, France.

Comité de rédaction

Martin Girard, MSc.
Steve Déry, PhD
Mathias De Kouassi, PhD
Mireille Genest, MSc
Sebastian Weissenberger, MSc.

Concepteur WEB

P. Cayer

Pour rejoindre la rédaction

VertigO
2669 Knox
Montréal (Québec)
H3K 1R3, Canada
courriel: vertigoweb@sympatico.ca
Internet: <http://www.vertigo.uqam.ca>

© Les Éditions en Environnement - VertigO
Dépôt à la Bibliothèque Nationale du Canada
ISSN – 1492 - 8442

Un quart de la population mondiale actuelle n'a pas accès à l'eau potable, et chaque année, plus de cinq millions d'humains, en majorité des enfants, meurent de l'une des six principales maladies reliées à la détérioration de la qualité de l'eau. En 2025, un tiers de la population mondiale projetée de 9 milliards de personnes vivra dans des régions pauvres et surpeuplées, où l'eau potable sera une denrée rare ou absente. Nous faisons face à un dilemme cruel. Nous avons besoin de quantités accrues d'eau pour l'agriculture pour nourrir les nouveaux venus, mais nous devons réduire notre boulimie hydrique pour préserver

l'eau pour plusieurs autres besoins essentiels. La quantité et la qualité des eaux douces diminuent au moment où elles devraient augmenter. La crise est inévitable à moins d'un revirement complet de nos politiques et de nos pratiques dans ce domaine. Il y a actuellement une grave menace d'une pénurie d'eau potable et d'une augmentation drastique de la pollution aquatique dans le monde entier. De cette pénurie et de cette pollution pourront découler des risques considérables aux plans écologique, économique, militaire, social et politique.

À Johannesburg, le Sommet de la Terre a tenté de donner, d'ici l'an 2015, à la moitié de la population mondiale qui en est privée, l'accès à l'eau potable et aux services sanitaires de base. Même si on atteint ce but, cela laissera l'autre moitié de ces damnés de la Terre, un milliard d'humains, sans aide aucune. On laissera donc mourir 50 millions de personnes à cause du manque d'eau salubre et potable, alors que nous gaspillons allègrement dans la surconsommation et la course aux armements, au lieu de conserver et de partager cette ressource. Seule une gestion publique globale, démocratique, responsable, intégrée et durable de l'eau nous permettra de protéger cette ressource, ainsi que sa qualité et son caractère de bien commun.

Les réserves d'eau douce de la planète sont un patrimoine commun que nous devons protéger et partager de façon équitable et durable. Elles ne sont pas illimitées, comme certains se l'imaginent, et même des pays richement dotés en eau comme les États-Unis et le Canada sont menacés. Les nappes phréatiques s'assèchent, et l'eau douce se transforme en eau salée ou polluée. L'eau douce devient de plus en plus rare, alors que la pollution s'étend sans cesse. Selon le Conseil mondial de l'eau, 20% de la population mondiale a souffert de pénuries d'eau en l'an 2000. En 2025, ce pourcentage augmentera à 30% et touchera 2.5 milliards d'humains, si rien n'est fait pour renverser cette tendance. Un nord-américain consomme en moyenne environ 500,000 litres d'eau par an, dont plus de la moitié est gaspillée en pure perte. En fait, un être humain n'a vraiment besoin que de 10,000 litres d'eau par an pour vivre, mais cela suppose un effort constant pour éviter le gaspillage, ce que peu de gens semblent prêts à faire.

Il existe un vaste mouvement international de défense de l'eau, constitué de milliers de groupes et de millions de citoyens convaincus qui luttent contre la privatisation de l'eau, et contre les pollueurs de tout acabit. Ils créent des coalitions et des

réseaux avec d'autres citoyens issus de groupes communautaires, féministes, agricoles, des droits humains, d'autochtones, d'artistes, de travailleurs et de jeunes, pour protéger l'eau contre la pollution et la spoliation par les intérêts privés. Ils défendent l'idée que l'eau est un droit de base garanti à chaque citoyen, et non une commodité économique régie par le marché pour permettre à l'entreprise privée d'engranger des profits faciles. Il est intéressant de noter que des croyants de diverses confessions religieuses sont à l'avant-garde de ce combat.

Avec sa nouvelle politique de l'eau, le gouvernement du Québec a finalement décidé récemment de protéger et de mettre en valeur le patrimoine hydrique du Québec, conçu comme domaine public, et de tenter de réduire de 20% la consommation d'eau potable d'ici sept ans, de mettre fin au programme des petits barrages privés sur les rivières, et de faire payer les agriculteurs, les industriels et les embouteilleurs pour leurs ponctions en eau. La décision de ne pas exporter l'eau de façon massive et de refuser sa commercialisation est bonne, mais il reste à savoir si ces politiques seront vraiment mises en œuvre et appuyées à tous les niveaux.

Espérons qu'après le 3^e Forum mondial de l'eau à Kyoto en mars 2003, des mesures seront mises en marche pour que le Canada et les provinces collaborent dans le domaine de l'eau de façon à ce qu'au 4^e Forum mondial de l'eau à Montréal en 2006, nous puissions servir de modèle aux autres pays du monde pour montrer ce que peut être une gestion écologique de l'eau selon l'approche du développement durable et équitable, et selon l'approche en termes de bassins versants.

L'ÉDUCATION À L'ÉTHIQUE DE L'ENVIRONNEMENT DANS LE CADRE DE L'ÉDUCATION EN SCIENCE ET EN TECHNOLOGIE : une justification

Par Milagros Chavez Tortolero, Doctorante en Science de l'éducation, Université du Québec à Montréal, Montréal (Québec) H2T 2E6, Téléphone : (514) 279-5831, Télécopieur : (514) 221-3239, Courriel : milagros_chavez@logozz.com

Résumé : À partir d'un regard critique sur les sciences et la technologie, l'auteure développe une réflexion sur les finalités de l'éducation en sciences et en technologie. Cette réflexion l'amène à défendre la présence d'une composante d'éthique de l'environnement dans le cadre de cette éducation. L'éducation à l'éthique de l'environnement doit constituer une dimension transversale de l'éducation en sciences et en technologie. Dans ce contexte, transversale veut dire continuellement présente et implique la prise en compte de la multidimensionnalité de l'être humain et la complexité de sa connaissance. Mais de quelle éthique de l'environnement parlons-nous? Il s'agit ici d'une éthique qui se veut processus de réflexion et de discussion à propos des valeurs qui fondent la relation entre les humains et l'environnement. Il existe des systèmes de valeurs qui sont qualifiés d'éthiques particulières de l'environnement. Il s'agit dans ce cas d'éthiques comprises comme des codes. La stratégie éducative première pour inclure la dimension transversale de l'éthique de l'environnement dans l'éducation en sciences et en technologie est la dynamique dialogique de la réflexion, de la clarification et du débat, non seulement des valeurs évidentes dans le discours rationnel, mais aussi des valeurs sous-jacentes exprimées dans d'autres formes de discours, l'artistique et le philosophique par exemple.

Mots-clés : Éducation à l'éthique de l'environnement, éducation en sciences et en technologie, éthique, environnement.

Abstract : The author focuses her thoughts on the finality of scientific and technological education, while approaching science and technology from a critical stance. Her reflections lead her to defend a component of environmental ethics in this realm of education. Raising the awareness in environmental ethics must be a transversal dimension in the teaching of science and technology. In this context, "transversal" means "pervasive" and implies that the multidimensional aspect and complex knowledge of mankind must both be taken into account. We should, however, explore the meaning of "environmental ethics". In this particular case, environmental ethics refers to the process of reflecting on, and discussing, the underpinning values of the relationship between humanity and the environment. There are ethical value systems called specific environmental ethics, which must be understood as a system of ethical codes. The first and foremost educational strategy that would include the transversal dimension of environmental ethics in scientific and technological teachings, is the dialogical dynamics that are thought provoking and help clarify this issue as a whole – not only the obvious values touched upon in rational discourse, but also the underlying values expressed in other forms of discourse practised in the artistic and philosophical milieu.

Keywords: Environmental Ethics Education, Science and Technology Education, Ethic,

Resumen : A partir de una exploración crítica sobre las ciencias y la tecnología, se desarrolla una reflexión sobre las finalidades de la educación en ciencias y en tecnología. Esta reflexión conduce a defender la presencia de un componente ético relativo al ambiente en el cuadro de esta educación. La educación en ética del ambiente debe constituirse como dimensión transversal de la educación en ciencias y en tecnología. En este contexto, transversal quiere decir continuamente presente e implica la consideración de la multidimensionalidad del ser humano y de la construcción del saber. Pero ¿de cuál ética del ambiente estamos hablando? Se trata en este caso de una ética en el sentido de proceso de reflexión y de discusión acerca de los valores que fundamentan la relación que se establece entre los humanos y el medio ambiente. Existen diversos sistemas de valores sobre el ambiente que serán calificados como éticas particulares del ambiente. Se trata en este caso de éticas en el sentido de códigos. La educación ética que se propone a continuación es una ética de reflexión sobre estos códigos. La estrategia pedagógica primera para insertar una dimensión transversal en ética del ambiente en el cuadro de la educación en ciencias y en tecnología es la dinámica dialógica de la reflexión, de la clarificación y del debate, no solamente de valores evidentes al discurso racional, sino también de valores subyacentes expresados en otras formas de discursos, como por ejemplo el artístico o el filosófico.

Palabras claves: Educación en ética del ambiente, Educación en ciencias y en tecnología, Ética, Ambiente.

« Pour nous préparer à la grande transition qui nous attend, il nous faut remettre en question les principales prémisses et valeurs de notre culture, rejeter les modèles conceptuels qui ont fait leur temps et reconnaître la qualité de certaines valeurs dédaignées au cours de périodes antérieures. Une modification aussi profonde de la mentalité occidentale doit tout naturellement s'accompagner d'une remise en question fondamentale de la plupart des relations et formes d'organisation sociale – des changements qui iront bien plus au-delà des mesures superficielles de réajustements économiques et politiques envisagées par nos dirigeants. » Capra, 1990 (p.38)

La science et la technologie dans l'actualité : un regard critique

La science peut être conçue comme une certaine forme de rapport au monde. Elle est l'une des conséquences de la nécessité profonde de l'être humain de comprendre l'univers qui l'entoure. Fille de la philosophie, la science cherche à expliquer comment fonctionne l'univers et comment fonctionnent les humains par rapport à cet univers. Dans son sens plus originaire, on trouve dans la science – et c'est le cas chez beaucoup de scientifiques – un certain plaisir esthétique, un goût pour comprendre la nature et pour apprendre d'elle, une satisfaction devant l'explication des phénomènes naturels (Nouvel, 2000), une espèce d'identification mystique avec l'univers (Moscovici, 2002), mais aussi une profonde rébellion face aux dogmes religieux et autres.

Dans son développement, la science s'est pourvue d'une certaine structure logique qui lui a permis de gagner un certain prestige dans la société. À tel point que, pour certains, la science et la technologie sont devenues notre réussite majeure en tant que société. Plus encore : elles sont devenues le modèle à suivre pour toute l'humanité, une espèce d'idéologie triomphante profitable à tous (Kahn, 1999).

En idéalisant la connaissance scientifique comme étant la plus valable des connaissances, on lui a réservé une place fondamentale dans l'ensemble des représentations de la société occidentale (et occidentalisée). Cette place privilégiée nous empêche de voir les limites et les dangers de cette manière d'approcher la réalité (Fourez, 2002; Salomon, 1999).

Après l'explosion des premières bombes nucléaires sur des populations civiles à Hiroshima et à Nagasaki (Japon), les 6 et 9 août 1945 respectivement, une certaine crainte concernant le pouvoir des sciences et des technologies a commencé à prendre forme. La question que se posent plusieurs penseurs est la suivante : pouvons-nous fonder l'avenir de l'humanité uniquement sur le savoir scientifique et ses produits technologiques? Les valeurs (explicites et non explicites) de la science et de la technologie, sont-elles les plus adéquates pour garantir le bien-être de l'humanité et de la planète dans son ensemble ?

Par ailleurs, de nos jours, les rapports étroits entre le binôme science-technologie et les sphères de pouvoir (politique et économique) se font de plus en plus évidents et préoccupants. Cette situation nous amène à poser un regard critique sur les

objectifs, les démarches et les produits des sciences et de la technologie.

Mais il est très difficile, et même iconoclaste, de proposer ce regard critique. On se trouve en face d'une espèce de croyance aveugle qui n'est pas sans rappeler les croyances religieuses fondamentalistes. Cela peut nous conduire (et, de fait, à l'heure actuelle, cela nous a déjà conduit) à un automatisme culturel qui nous vide de notre essence réflexive humaine (Maiz Vallenilla, 1974). La qualité, la compétitivité et la rentabilité sont les maîtres mots qui sont à l'ordre du jour dans une grande partie des projets de recherche, autant privés que publics.

L'hypothèse de départ qui fonde le présent article est que la science actuelle n'a ni les mêmes intentions ni la même neutralité que la science originaire. Aussi l'analyse critique des produits et des méthodes de la science et de la technologie doit-elle entrer dans l'arène du débat public et éducatif. Mais il faut reconnaître qu'une telle attitude critique est encore loin d'avoir atteint les milieux éducatifs (Bader, 2002; Désautels et Larochelle, 1989, 1992; Fourez et coll., 1994). Il s'agit donc de penser une éducation en sciences et en technologie dans une optique critique (autocritique) et éthique.

Une réflexion sur les fins de l'éducation en sciences et en technologie

L'éducation relative aux sciences et la technologie est un processus social qui a comme intention fondamentale d'initier les personnes et de les accompagner dans le processus de construction du patrimoine culturel que représentent les connaissances et les processus des sciences et de la technologie (patrimoine de la culture occidentale).

Mais, si l'on adopte un autre point de vue, l'éducation en sciences a aussi le devoir de permettre l'autodéveloppement des personnes et des communautés à partir de l'épanouissement de la conscience critique et éthique. Pour cela, un regard critique par rapport au patrimoine culturel à enseigner se fait nécessaire.

Il s'agit d'une éducation en sciences et en technologie qui, en plus de se préoccuper de l'enseignement des concepts, des théories et des processus scientifiques, doit viser l'émergence d'une réflexion critique à propos des paradigmes et dogmes se trouvant à la base de la société actuelle et de la science elle-même (Roths et Désautels, 2002). Il s'agit d'analyser de manière critique les relations de pouvoir entre la science et la société. Il s'agit aussi de poser un regard critique sur la relation qui existe

entre les connaissances et processus de la science, d'une part, et les problématiques socio-environnementales de notre société, d'autre part.

L'éthique de l'environnement dans le cadre de l'éducation en sciences et en technologie : pourquoi?

L'idée de que le développement des sciences et de la technologie stimule et favorise le développement économique des pays est très répandue. Dans cette optique, on considère l'éducation de ces disciplines comme un moyen de garantir ce développement. De cette manière, l'éducation en sciences et en technologie est guidée par les valeurs de rentabilité, de qualité et d'efficacité du paradigme socioculturel industriel (Bertrand et Valois, 1999).

Cette éducation remplit alors une seule des fonctions de l'éducation en sciences et en technologie, à savoir la communication du patrimoine culturel des sciences et de la technologie (concepts, théories, processus, etc.). Mais elle n'incite pas à la deuxième fonction, celle de l'autodéveloppement de la conscience de la personne en tant que citoyen participatif et créatif.

Inclure dans le cadre de l'éducation en sciences et en technologie l'éthique de l'environnement en tant que processus de réflexion sur notre relation à l'environnement, ouvre la porte à cette deuxième fonction. À partir des analyses critiques de l'éthique de l'environnement véhiculée par les sciences et la technologie, ainsi que celles de notre propre éthique et d'autres propositions éthiques, il est possible de favoriser un processus de prise de conscience du rôle de citoyen participatif, ce qu'on pourrait appeler autodéveloppement.

L'éthique de l'environnement

Dans la vision de l'éducation en sciences et à la technologie que nous venons de présenter, la réflexion critique sur notre relation (personnelle et collective) avec l'environnement se fait primordiale.

Il existe plusieurs manières de concevoir la « bonne » relation entre les humains et leur environnement. Chaque conception nous amène à une éthique particulière de l'environnement. Dans ce sens, l'éthique de l'environnement peut être comprise comme l'ensemble des « valeurs » (principes à la base de l'action) qui guident notre relation à l'environnement et qui font partie de l'ensemble de croyances, mythes et représentations de notre culture. Il s'agit dans ce cas de l'éthique de l'environnement comme un code, implicite ou explicite, qui guide notre relation avec l'environnement.

Dans nos sociétés occidentales, où les sciences et la technologie sont des formes fondamentales et très valorisées de la culture, se véhicule un type particulier de relation à l'environnement. Elle est guidée par la représentation que nous (les êtres humains)

sommes le point d'arrivée d'un processus universel, que ce soit la création ou l'évolution. Cette représentation de nous-mêmes nous amène à une idée instrumentale de l'environnement. Il est là pour nous servir. Dans cette image des choses, les sciences et la technologie ont comme mission fondamentale de mieux comprendre les phénomènes de l'univers pour mieux nous servir de lui.

Mais à l'intérieur même de cette culture occidentale, a émergé une réflexion sur cette manière d'être en relation avec l'environnement. Certains auteurs ont proposé d'autres formes de relations, d'autres éthiques de l'environnement. On trouvera ci-dessous un tableau (1) présentant la synthèse de principales propositions au sujet de l'éthique de l'environnement dans le monde occidental.

Cependant, le terme éthique a aussi pour certains auteurs la signification de réflexion, de débat et de clarification au sujet des valeurs (Habermas, 1999). Il s'agit de l'éthique en tant que processus (Jickling, 1996; Jickling-Paquet, 2000). Dans ce cas, l'éthique de l'environnement est le processus de réflexion et d'analyse au sujet de notre relation à l'environnement et au sujet d'autres manières de se mettre en relation avec lui (d'autres éthiques de l'environnement, proposées dans notre propre culture et/ou par d'autres cultures).

Cette éthique de l'environnement en tant que processus de réflexion, clarification et débat au sujet de notre relation (personnelle et collective) avec l'environnement, est celle qui est fondamentale dans le contexte de l'éducation en sciences et en technologie.

L'éthique de l'environnement dans le cadre de l'éducation en sciences et en technologie : comment?

On présente ci-dessous quelques pistes pour le développement d'une éthique de l'environnement dans le cadre de l'éducation en sciences et en technologie. Il s'agit dans ce cas de l'éthique comprise en tant que processus, c'est-à-dire en tant que débat, analyse et clarification des valeurs et codes éthiques relatifs à l'environnement.

L'approche privilégiée dans cette proposition est de type transversale. L'éthique de l'environnement, en tant que processus dialogique réflexif, doit être une dimension transversale de l'action éducative en général et de l'éducation en sciences et en technologie en particulier.

Dans le cadre de cette approche, l'éducation à l'éthique de l'environnement est une dimension transversale parce qu'elle doit être présente de forme continue et tenir compte de la multidimensionnalité de l'être humain et de la complexité de son rapport à l'univers.

Conception	Caractéristiques
<i>Anthropocentriste</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Centrage sur les humains – Morale occidentale traditionnelle – Théorie éthique utilitariste-pragmatique et/ou humaniste-déontologique – Environnement ⇒ valeurs instrumentales : l'environnement est important parce qu'il est une source de bien-être pour les êtres humains – Problèmes : délimitation de la notion d'humanité, séparation entre l'humain et la nature
Droits des animaux	<ul style="list-style-type: none"> – Extensionnisme inspiré de la morale déontologique (droits universels) – Personnages importants dans les premières réflexions sur le sujet : Peter Singer ⇒ Mouvement de libération des animaux . (1973) <i>Animal Liberation. New York Review of Books</i> (avril), 17-21. Tom Reagan ⇒ valeur intrinsèque des animaux (1985) <i>The Case of Animal Rights. In. Peter Singer (dir.), Défense of Animals.</i> Oxford: Blackwell – Les animaux ont les mêmes droits que les humains – « <i>L'éthique de bien-être animal n'est pas, à proprement parler, une éthique de l'environnement. Elle est pourtant une étape essentielle dans la constitution d'une perspective non-anthropocentrée.</i> » Callicot, 2001, p.498 – Animaux ⇒ valeurs intrinsèques (naturels, en essence) – Statut moral des animaux égalitaire aux humains – Droit ⇒ absence de douleur – Ne prend pas en compte que les individus – Animaux sauvages vs. animaux domestiques ⇒ deux éthiques distinctes?
Biocentriste	<ul style="list-style-type: none"> – « <i>L'expression 'éthique biocentrique' désigne les théories qui considèrent que toute vie possède une valeur inhérente. (Le mot biocentrique signifie 'centré sur la vie')</i> » Des Jardins, 1995, p. 169 – Personnage important dans les premières réflexions sur le sujet : Albert Schweitzer (1875-1965) qui parlait de la « vénération de la vie » (1946) <i>Civilization and Ethics.</i> London : A. & C. Black – Paul Taylor (1986) <i>Respect for Nature : a Theory of Environmental Ethics.</i> Princeton, N.J. Princeton University Press. ⇒ Tous les êtres vivants s'efforcent d'atteindre des fins qui leur sont immanentes. Tout organisme a une valeur inhérente pour autant qu'il est un centre de vie téléologique, donc ils doivent être des objets moraux. – Égalitarisme moral de tous les êtres vivants, y compris les humains. – La vie ⇒ valeur inhérente (qui complète l'organisme vivant) – Les droits de l'individu vivant – Séparation humain-nature : le principe de non-ingérence (les humains ne doivent pas intervenir dans la nature) sépare les êtres humains de leur environnement
Écocentriste	<ul style="list-style-type: none"> – Se préoccupe de la préservation des espèces et de la biodiversité, de l'intégrité des communautés biotiques et du bon état des écosystèmes. – Personnage important dans les premières réflexions sur le sujet : Aldo Leopold (1949, <i>A Sand County Almanac</i>) ⇒ Land Ethics – Les êtres humains ne sont que d'autres membres de la communauté biotique. Nous devons respecter nos compagnons dans cette communauté et la communauté même. – Il existe plusieurs variétés de conceptions écocentristes de l'éthique de l'environnement, quelques unes que nous pouvons nommer comme plus « modérées », et d'autres que nous pouvons qualifier de plus « extrêmes ». – Parmi les plus modérées, il y a celle qui propose une hiérarchie de devoirs : à la base, il y a le devoir de protéger les plus proches et les semblables, à la fin, il y a le devoir de protéger les dimensions plus globales (Callicot, 1989) – Entre les plus « extrêmes » il y a celle de la « Deep Ecology » Naes (1973 * <i>The Shallow and the Deep, Long Range Ecology Movement, Inquiry</i>, 16, p. 95-100) ⇒ qui parle de l'autoréalisation de l'être (humain et universel) ⇒ il n'existe pas de distinction absolue entre le milieu et soi. La destruction de l'environnement est la destruction de soi-même. Un biocide est un suicide.

Tableau 1. Caractérisation des principales conceptions de l'éthique de l'environnement. Synthèse faite à partir des auteurs suivants : Beauchamp, 1991, 1993; Beauchamp et Harvey, 1987; Callicot, 1989, 2001; Des Jardins, 1995; De Vido, 1993; Dower, 1989; Duhamel, 1996; Goffi, 1999; Jonas, 2000; Larrère, 1997,1999; Prades, 1995; Sauvé et Villemagne, 2002.

Pour être plus spécifique, « continue » signifie que la réflexion et clarification éthique sur l'environnement doit émerger dans toutes les activités éducatives (projets, discussions, expériences, etc.) relatives à l'enseignement et à l'apprentissage des savoirs scientifiques et technologiques.

Prendre en compte la multidimensionnalité de l'être humain signifie que l'action éducative en éthique de l'environnement ne vise pas seulement le développement rationnel et cognitif des personnes, sinon aussi son développement affectif, social, éthico-moral, spirituel, esthétique, etc.

Cette multidimensionnalité de l'être humain nous amène à considérer la complexité des rapports qui peuvent s'établir entre les humains et l'univers. En effet, nos rapports aux phénomènes biophysiques ne sont pas seulement de type rationnel ou de type affectif ou émotionnel. Au contraire, il s'agit d'un mélange, d'un ensemble, d'un complexe, d'une trame de rapports. Par exemple, une fleur est belle (rapport esthétique), nous fait remémorer un moment du passé (rapport affectif), mais nous pouvons aussi décrire ces composants anatomiques et ses fonctions (rapport rationnel). La connaissance humaine est complexe parce qu'elle implique plusieurs types de rapports en même temps.

Une éducation en éthique de l'environnement, en tant que processus, doit aller à la rencontre de cette multidimensionnalité de l'être humain et de la complexité de rapports de celui-ci à l'univers, mais comment faire?

La stratégie éducative par excellence d'une telle approche est le dialogue qui amène à la réflexion, à la clarification, à l'expression et au débat de nos idées, images, représentations, mythes, peurs, etc. Mais cette action dialogique ne se limite pas au langage oral, elle inclut aussi l'expression graphique, corporelle, poétique, littéraire, musicale, etc. La meilleure manière d'exprimer un sentiment (ou une connaissance), ce n'est pas peut-être pas en paroles, mais en images ou en notes musicales. Les artistes sont peut-être les plus proches de cette transversalité humaine.

Il en résulte que cette stratégie dialogique est complexe. Elle doit être aussi ouverte et infinie. Chaque situation éducative (en sciences et technologie) réclame une action dialogique (en éthique de l'environnement) différente. Les possibilités sont infinies, ouverture à la créativité!

À titre d'illustration, voici l'exemple d'un cours sur la cellule qui s'adresse à de futurs professeurs de l'école secondaire au Venezuela à la session d'automne 2003. Comme il s'agissait d'un programme d'études par contenus et objectifs, la professeure a choisi de suivre la séquence proposée pour les activités de type « théorique » et « expérimental »¹. Mais cette condition

programmée du cours n'a pas été une limitation pour introduire la dimension transversale éducative en éthique de l'environnement. Dans une classe « théorique » sur la cellule, et en discutant sur le noyau cellulaire et son importance dans les études génétiques, on a lancé un débat sur les organismes modifiés génétiquement, sur le clonage humain et sur les recherches relatives aux cellules couchées.

Au début, les étudiants étaient un peu déstabilisés, n'ayant pas l'habitude de discuter de ces thèmes dans les cours de sciences. Mais après quelques minutes, l'engagement dans le dialogue était évident. La professeure posait des questions pour aider les étudiants à clarifier leurs valeurs et leur position et pour favoriser leur participation. Par exemple, pourquoi es-tu favorable à la production d'aliments transgénétiques? Pourquoi es-tu contre? Connais-tu le mécanisme général dans la production de ces organismes? Connais-tu les effets de ces organismes sur l'environnement et la santé humaine? Les scientifiques et chercheurs en la matière les connaissent-ils? Quelles doivent être nos considérations par rapport aux autres êtres vivants (non humains) qui sont affectés pour ces organismes modifiés? Quelles sont les valeurs qui sont à la base de la production de ces organismes? S'agit-il des « bonnes » valeurs? Quelles sont tes valeurs à ce sujet?

Dans la classe expérimentale, une autre discussion a été lancée concernant l'endroit où allaient être déposés les produits finaux ou les déchets de notre activité expérimentale. Les questions posées ont conduit les étudiants à une réflexion sur les effets de l'activité de recherche scientifique sur l'environnement. Où vont les produits finaux des laboratoires de recherche en bactériologie, en chimie, en énergie nucléaire, etc.? Sont-ils conservés ou détruits de manière sécuritaire? Sécuritaire pour qui? Pour les humains seulement? Et les autres êtres vivants? La professeure a introduit l'exemple des laboratoires de la faculté des sciences de la même université.

Cet exemple montre que l'activité éducative en sciences et en technologie peut avoir une dimension transversale qui amène à une réflexion critique et éthique sur notre relation avec l'environnement. Il s'agit dans ce cas seulement d'un exemple qui a été fait à travers un dialogue discursif. Mais il est possible d'ajouter d'autres expressions comme l'expression graphique ou la littéraire. Il s'agit d'une première approche de cette possibilité éducative.

Conclusion

Dans nos sociétés hautement technicisées d'aujourd'hui, l'éducation en sciences et en technologie est absolument nécessaire. Mais, cette éducation ne doit pas viser seulement une formation aux connaissances et savoirs scientifiques, dans le but de former des consommateurs assoiffés des nouveaux produits,

¹ Théoriques : études de concepts, processus et théories sans support direct dans l'expérience. Expérimentales : études de

concepts, processus et théories sur la base d'activités expérimentales d'observation et d'analyses de phénomènes.

ainsi que des travailleurs plus qualifiés. Une telle vision répond au paradigme socioculturel dominant industriel et technocratique.

L'éducation en sciences et en technologie a aussi le rôle de développer chez les personnes le sens critique (et autocritique) de ces paradigmes dominants. Elle doit conduire les sujets à la prise de conscience de leur participation (volontaire ou non) dans un processus de dégradation accélérée des systèmes d'équilibre de l'environnement.

L'éducation en sciences et en technologie doit promouvoir la participation des citoyens dans les débats scientifiques et technologiques. Cette éducation est possible par la voie d'une dimension transversale en éthique de l'environnement. Il s'agit d'inclure dans l'éducation en sciences et en technologie la réflexion éthique de type transversal au sujet de notre relation (personnelle et collective) avec l'environnement. Cette réflexion éthique est transversale pour deux raisons fondamentales : parce qu'elle se fait de manière continue dans le processus éducatif, et parce qu'elle prend en compte la multidimensionnalité de l'être humain et la complexité de la construction des connaissances et des savoirs.

Il s'agit de promouvoir le développement de citoyens critiques, réflexifs et éthiques dans un contexte socioculturel où les sciences et la technologie prennent de plus en plus d'espace et de pouvoir.

Biographie de l'auteure

Milagros Chavez a une formation de 1^{er} cycle en éducation en biologie (pour l'enseignement secondaire). Elle est également titulaire d'une maîtrise en philosophie de l'Université des Andes (Venezuela) et d'un certificat du programme court de deuxième cycle d'éducation relative à l'environnement de l'Université du Québec à Montréal. Actuellement, elle est professeure agrégée de l'Université des Andes (Mérida-Venezuela). Elle a été chargée de cours à l'Université du Québec à Montréal. Madame Chavez poursuit actuellement ses études doctorales.

BIBLIOGRAPHIE

Bader, B. (2001). « Étude de conversations estudiantines autour d'une controverse entre scientifiques sur la question du réchauffement climatique ». Thèse de doctorat, Université Laval, 274 p / Barbara Bader.

Bertrand, Y. et Valois, P. (1999). *Fondements éducatifs pour une nouvelle société*. Coll. École et sociétés, Montréal : Éditions nouvelles; Lyon : Chronique sociale

Beauchamp, A. (1991). *Pour une sagesse de l'environnement*. Ottawa : Novalis, Université Saint-Paul.

Beauchamp, A. (1993). *Introduction à l'éthique de l'environnement*. Montréal : Paulines.

Beauchamp, A. et Harvey J. (1987). *Repères pour demain : Avenir et environnement au Québec*. Montréal : Bellarmin.

Capra, F. (1990). *Le temps du changement : science, société et nouvelle culture*. Traduit et adapté de l'américain par Paul Couturiau, Monaco : Le Rocher.

Callicott, J. B. (1989). *In Defense of the Land Ethic: Essays in Environmental Philosophy*. Albany: State University of New York Press.

Callicott, J. B. (2001). Éthique de l'environnement. Dans M. Canto-Sperber, *Dictionnaire d'éthique et de philosophie morale* (p. 498-581), Paris : Presses Universitaires de France.

Des Jardins, J. R. (1995). *Éthique de l'environnement : Une introduction à la philosophie de l'environnement*. Sainte-Foy (Québec) : Presse de l'Université du Québec.

Désautels, J. et Larochelle, M. (1989). *Qu'est ce que le savoir scientifique : points de vue d'adolescents et adolescentes*. Sainte-Foy (Québec) : Les presses de l'université Laval.

Désautels, J. et Larochelle, M. (1992). *Autour de l'idée de science : itinéraires cognitifs d'étudiants et d'étudiantes*. Sainte-Foy (Québec) : Les presses de l'université Laval; Bruxelles : De Boeck-Wesmael.

De Vido, L. (1993). *Investigation de la notion d'anthropocentrisme et éthique environnementale*. Mémoire de la maîtrise en communication, Université du Québec à Montréal.

Dower, N. (1989). *Ethics and Environmental Responsibility*. Aldershot, Angleterre : Avebury.

Duhamel, A. (1996). Politisation de la nature : la question de la démocratie dans la querelle des écologismes. *Ethica*, vol. 8, no 1, 71-88.

Fouriez, G. (2002). *La construction des sciences : les logiques des inventions scientifiques*. 4^{ème} édition. Bruxelles : Éditions De Boeck Université.

Fouriez, G. et coll. (1994). *Alphabétisation scientifique et technique : essai sur les finalités de l'enseignement scientifique*. Avec la collaboration de Englebert-Lecompte V., Grootaers D., Mathy F. et Tilman F. Bruxelles : Éditions De Boeck-Wesmael.

Goffi, J.Y. (1999). La valeur symbolique des êtres de nature. Dans A. Fagot-Largeault et P. Acot, *L'éthique environnementale* (p.113-128), coll. Sens Critique, Paris: Sens Éditions.

Habermas, J. (1999). *De l'éthique de la discussion*. Paris : Flammarion

Jickling, B. (1996). Wolves, Ethics, and Education : Looking Through the Yukon Wolf Conservation and Management Plan. Dans B. Jickling, *Colloquium : Environment, Ethics and Education* (p. 158-162), Whitehorse : Yukon College.

Jickling, B. & PAQUET, P. (2000). *Wolves, Ethics, and Epistemology: Reflections on Culling Programs and Animal Welfare*. Communication présentée au Culling Mammals Symposium, The Mammal Society and the International Found for Animal Welfare, London.

Jonas, H. (2000). *Une éthique pour la nature*. Paris : Éditions Desclée de Brouwer.

Kahn, P. (1999). *De l'enseignement des sciences à l'école primaire*. Paris : Éditions Hatier.

Larrere, C. (1997). *Les philosophies de l'environnement*. Paris : Presses universitaires de France.

Larrere, C. (1999). Peut-on échapper au conflit entre anthropocentrisme et éthique environnementale? Dans A. Fagot-Largeault et P. Acot, *L'éthique environnementale* (p.17-38), coll. Sens Critique, Paris: Sens Éditions.

Mayz-Vallenilla, E. (1974). *Esbozo de una critica a la razón técnica*. Caracas : Equinoccio (Ediciones de la Universidad Simón Bolívar)

Moscovici, S. (2002). *De la nature : pour penser l'écologie*. Paris : Métailié.

Nouvel, P. (2000). *L'art d'aimer la science*. Paris: Presses universitaires de France

Prades, J. A. (1995). *L'éthique de l'environnement et du développement*. Coll. Que sais-je? Paris : Presses Universitaires de France.

Roth et Désautels (édit.) (2002). *Science Education as/for Sociopolitical Action*. New York: Peter Lang Publishing.

Salomon, J.-J. (1999). *Survivre à la science*. Albin Michel, Paris.

Sauvé, L. et Villemagne, C. (2002). *Éducation aux valeurs environnementales : Module 6*. Programme international d'éducation à distance en éducation relative à l'environnement, Université du Québec à Montréal, collectif ERE-Francophonie, Montréal : ERE-UQAM.

AMÉNAGEMENT ET GESTION DES EAUX EN FRANCE : l'échec de la politique de l'eau face aux intérêts du monde agricole

Par Alexandre Brun, Chercheur stagiaire, Institut National Agronomique Paris-Grignon, Unité Mixte de Recherche 210 INRA INA P-G, 16, rue Claude Bernard 75031 PARIS Cedex 05 France, Courriel : abrun@inapg.inra.fr

Résumé : La politique de l'eau en France est en partie fondée sur des dispositifs incitatifs. Leur objectif est de favoriser l'application du droit de l'eau par les usagers. En dépit de résultats positifs dans certains domaines, cette politique n'a pas permis de réduire à la source les pollutions d'origine agricole. L'Etat se trouve dans une situation délicate car les agriculteurs refusent d'une part de payer davantage pour la dépollution et d'autre part de modifier significativement leur pratiques afin de réduire les pollutions.

Mots-clés : politique de l'eau, contrats, incitations, pollution, agriculture, droit de l'eau, Etat.

Abstract : The water policy in France is partially based on incentive devices. Their objective is to favor the application of the right of the water by the users. In spite of positive results in certain domains, this policy did not allow to reduce to the source the pollutions of agricultural origin. The State is in a delicate situation because the farmers refuse on one hand to pay more for the cleanup and on the other hand to modify significantly them practices to reduce pollutions.

Keywords : water policy, contracts, incentives, pollution, agriculture, right of the water, State.

Introduction

En France, les pouvoirs publics enregistrent d'importants progrès dans le domaine de l'assainissement des communes depuis une dizaine d'années. Les expériences de "renaturation" de rivières jadis canalisées se révèlent prometteuses et le savoir-faire en matière de traitement des eaux permet aujourd'hui à la quasi-totalité des foyers d'avoir de l'eau potable au robinet.

Le modèle français de gestion territoriale de l'eau a cependant trouvé ses limites au moins au regard de deux indicateurs. En effet, la pollution des eaux par les nitrates et les pesticides est particulièrement préoccupante. Faut-il pour autant remettre en question la politique de l'eau dans sa globalité ?

L'article qui suit présente les principaux résultats d'une recherche réalisées dans le cadre d'une thèse de doctorat en géopolitique de l'eau. Le programme de recherche (1999-2002), financé par des organismes publics dont le ministère en charge de l'environnement, avait pour objectif de montrer l'apport et les limites des politiques territoriales de l'eau en France. Ce travail s'appuie notamment sur plusieurs études de cas menées dans l'Est du pays.

Les caractéristiques de la politique de l'eau en France seront rappelées. L'application du droit de l'eau et ses conséquences juridiques et financières seront soulignées. Enfin l'impasse stratégique dans laquelle se trouvent les pouvoirs publics par

rapport aux agriculteurs sera présentée. En annexe, les principaux textes français et européens sur la gestion des eaux en droit communautaire et en droit interne sont présentés.

Les principes de la politique de l'eau en France

La loi sur l'eau du 16 décembre 1964 reconnaît l'unité de la ressource en eau et l'interdépendance des usages. Elle jette les bases d'une "gestion intégrée" par le biais de nouvelles dispositions. Le législateur montre l'intérêt qu'il porte à la décentralisation avec la création des agences financières de bassin – dont le territoire de compétence est le grand bassin hydrographique. Depuis les années 1980, la politique de l'eau s'articule également de plus en plus autour des dispositifs incitatifs destinés à améliorer les pratiques des usagers. Elle suit aujourd'hui quatre axes, l'objectif étant de créer une solidarité de bassin (Gazzaniga et al., 1998, Gazzaniga, 2000) .

Le premier axe favorise une gestion équilibrée des milieux aquatiques à l'échelle du bassin versant en associant les usagers, les experts et les élus locaux. Cette gestion est mise en œuvre par le biais d'outils de planification et de programmation financière d'actions relatives à l'amélioration de la qualité des milieux aquatiques, à la lutte contre les inondations et à la valorisation économique de la rivière. Parmi les outils de ce type, les contrats de rivière (1981) n'ont pas de portée réglementaire et ne sont pas obligatoires. On compte aujourd'hui environ 150 contrats de rivière, de lac, de nappe et de baie en cours ou en projet. Il existe,

d'autre part, des Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (1992), lesquels ont une portée réglementaire mais ne sont pas obligatoires¹. 67 Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) sont engagés ; près de 40 seraient à l'étude selon l'office international de l'eau. Les contrats de rivière et les SAGE sont eux-mêmes coordonnées, à un niveau supérieur, dans le cadre des six Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux.²

Le second axe concerne la lutte contre la pollution et porte sur la combinaison de deux systèmes. D'une part les agences de l'eau perçoivent des redevances sur les prélèvements et les rejets de tous les usagers suivant l'application du principe pollueur-payeur³ : redevances dont les taux sont fixés dans chaque agence par les Comités de Bassin et qui constituent un véritable "droit à polluer". D'autre part, par des prêts et des subventions, elles incitent les pollueurs à adopter des comportements moins polluants, principalement par des aides à l'investissement.

Le troisième axe concerne la lutte contre les inondations et les coulées boueuses. Il s'agit d'améliorer la maîtrise de l'occupation du sol dans les fonds de vallées avec les Plans de prévention des risques naturels prévisibles ou PPR (1995)⁴. La réglementation repose sur une cartographie des zones à risque et impose des actions liées à l'habitat, aux activités et à la gestion des sols. Elle s'applique non seulement aux constructions et activités futures, mais aussi, dans certains cas, à l'existant à la date d'approbation de la procédure.

Le quatrième axe est l'amélioration des systèmes d'alerte et de la coordination des instances de décision. La création du comité national de l'eau (1964), puis celle des directions régionales de l'environnement (1991)⁵ et des missions inter-services de l'eau (1993)⁶, ont permis de perfectionner les outils de surveillance du débit des cours d'eau et de la qualité des eaux. Les études

indispensables à la réflexion des gestionnaires sont réalisées sous la maîtrise d'ouvrage d'établissements publics spécialisés.⁷

Le dispositif global est complexe et multi-acteurs

Depuis la création du ministère en charge de l'environnement en 1971, l'arsenal législatif s'est considérablement étoffé au gré des lois et des circulaires ministérielles⁸.

L'enchevêtrement des textes – pour lesquels certains décrets d'application ne sont toujours pas parus et ce, dans une indifférence totale (Gaonac'h et al., 2002) – rend le système de gestion de l'eau opaque⁹. Les propositions faites par Dominique Voynet¹⁰ visant à instaurer un Haut Conseil du service public de l'eau et de l'assainissement pour clarifier le rôle des nombreux intervenants privés et publics ont été repoussées, y compris par la majorité politique de l'époque à laquelle elle appartenait pourtant¹¹.

L'eupéanisation des politiques de l'eau contribue également à accroître la complexité du système de gestion de l'eau. Les politiques communautaire et française de l'environnement s'inscrivent en effet dans un jeu d'influence mutuelle ; la législation communautaire accompagne étroitement, en la précédant ou en la suivant, la législation environnementale française. En matière de prévention des pollutions, près de 90% des prescriptions techniques sont influencées par le niveau européen¹². Une dizaine de directives communautaires ont été transposées en droit interne. La prochaine loi française sur l'eau aura ainsi pour but de transposer la directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil, établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau¹³.

"Le droit de l'eau est composé de différents régimes qui ont été établis par pragmatisme et opportunité. [...]. Les textes se sont succédés dans le temps sans grand souci de logique et de clarté" (Gaonac'h et al., 2002, p.212). La politique de l'eau en France débouche néanmoins sur des résultats probants dans trois grands domaines : alimentation et distribution de l'eau potable,

¹ Moins opérationnels que les contrats de rivière, les Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) indiquent davantage ce que les acteurs locaux s'interdisent de faire (Roussel, 2003).

² A savoir Rhône-méditerranée-Corse, Loire-Bretagne, Adour-Garonne, Rhin-Meuse, Artois-Picardie, Seine-Normandie. Les SDAGE (s) sont des instruments réglementaires qui ont été mis en place au milieu des années 1990 suite à l'adoption de la seconde loi sur l'eau.

³ Dans ce cadre, le coût des mesures de prévention et de lutte contre la pollution est supporté par le pollueur.

⁴ Il y eut avant la mise en place des PPR (décret n°95-1089 du 5 octobre 1995), les plans d'exposition aux risques dans les années 1980 et, antérieurement, les plans de surfaces submersibles.

⁵ Antennes régionales du ministère en charge de l'environnement. Il s'agit de services déconcentrés de l'Etat.

⁶ La mission inter-services de l'eau regroupe les services et établissements publics assurant une mission dans le domaine de l'eau (Préfecture, Direction départementale de l'agriculture, Service de la navigation, etc.) au niveau du département, entité administrative intermédiaire située entre la localité et la région.

⁷ Cf. décret n°69-1047 du 19 novembre 1969 relatif aux établissements publics chargés de la lutte contre les pollutions.

⁸ Les principales sont la loi relative à la protection de la nature du 10 juillet 1976, la loi sur la pêche et la protection du patrimoine piscicole du 19 juin 1984, la loi relative à la protection du littoral du 3 janvier 1986, la deuxième loi sur l'eau du 13 juillet 1992 ainsi que la loi Barnier du 2 février 1995.

⁹ Cf. notamment Orange (M.) et Hopquin (B.), "L'impossible transparence de l'eau", *Le Monde*, le 5 novembre 2000.

¹⁰ Lorsqu'elle occupait poste de ministre de l'environnement en 1998.

¹¹ A l'exception toutefois de son parti, Les Verts (parti écologiste).

¹² Plan pluriannuel de modernisation du ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'environnement (janvier 1999, p. 6).

¹³ Paradoxalement, l'Etat français risque de ne pas pouvoir appliquer certaines préconisations communautaires, alors que le droit de l'eau français a inspiré le législateur européen.

assainissement des collectivités¹⁴, restauration des milieux naturels dégradés.

L'inapplication du droit de l'eau dans le domaine agricole montre toutefois les limites de la politique de l'eau en France (Cour des Comptes, 2002, Hermon, 2002, Brun, 2003).

L'inapplication du droit de l'eau dans le monde agricole

Le droit de l'eau est partiellement inappliqué par le monde agricole sur deux points, à savoir le respect des quantités d'eau prélevées et la protection de la qualité des ressources en eau.

Lors de la récente sécheresse d'août 2003, de multiples infractions commises par des exploitants agricoles ont pu être constatées par les associations de protection de la nature. Il s'est agi par exemple, dans la plaine de l'Ain, de pompes excessives destinées à arroser les cultures, en particulier le maïs. En période de déficit hydrique, l'irrigation non maîtrisée contribue généralement à réduire le débit des cours d'eau (ce qui peut entraîner une mortalité piscicole) et, en corollaire, à accroître les conflits d'usages. Les conséquences du non-respect des normes relatives à la protection des eaux semblent plus préoccupantes encore à long terme.

Selon l'Institut Français de l'Environnement¹⁵, la contamination des eaux par les pesticides constitue un problème majeur pour la santé humaine et animale. 6 % seulement des points de surveillance des cours d'eau bénéficieraient d'une très bonne qualité (données 1998-1999). Concernant les eaux souterraines, un bilan existe pour le Nord-Est du territoire : sur cette zone, 75 % des points de surveillance seraient altérés par la présence de pesticides.

Sur la base de l'étude des contextes piscicoles présentée en 2002¹⁶, le Conseil Supérieur de la Pêche (CSP) constate que 63 % des cours et plans d'eau sont perturbés et 22 % dégradés. Les experts du CSP insistent sur les effets négatifs des remembrements opérés par les agriculteurs depuis les années 1960, en particulier dans les têtes de bassins versants¹⁷. Ils

¹⁴ 95% de la population a ses eaux usées traitées ; 76 % bénéficie d'un traitement en station d'épuration et 19% est équipée d'un dispositif d'assainissement autonome (1999).

¹⁵ A la demande du Ministère en charge de l'environnement, l'IFEN réalise depuis 1998 des synthèses des données relatives à la pollution de l'eau par les pesticides. La dernière synthèse a été réalisée en juillet 2001.

¹⁶ Les premières cartes de l'état des contextes piscicoles ont parfois été traduites un peu hâtivement par "état écologique des milieux aquatiques". On l'a également qualifié d'état des pollutions, ce qui n'est pas exact selon G.Simon, ancien directeur du CSP.

¹⁷ La concentration des exploitations agricoles favorise les remembrements. Or, la canalisation des ruisseaux qui les accompagne généralement provoque l'incision du lit des cours d'eau et, en corollaire, une baisse du niveau des nappes phréatiques, comme c'est le cas dans le Jura par exemple (rivière Cuisance). D'autre part, l'arrachage des haies

soulignent également l'impact, souvent sous-estimé selon eux, de la sylviculture intensive sur la qualité physico-chimique des rivières et des lacs.

Par ailleurs, l'Agence de l'Eau Rhône-méditerranée-Corse (2001) observe que les efforts des viticulteurs restent insuffisants. Ainsi, l'Indice Biologique Global Normalisé est pratiquement nul dans les ruisseaux qui sillonnent les côtes viticoles (Jura, Beaujolais, Mâconnais, etc.)¹⁸. L'Agence de l'eau Loire-Bretagne, quant à elle, a alerté les autorités au sujet des risques de pollution qui pèsent sur la ressource en eau à cause de la gestion très approximative des déjections animales (porcs et volailles). Les pollutions dues aux nitrates touchent désormais le Loiret, le Val de Saône et la Bretagne¹⁹.

Cela n'est pas sans répercussions juridiques et financières pour les pouvoirs publics.

Les conséquences juridiques et financières des mauvaises pratiques agricoles

Dans l'Ouest de la France, le tribunal administratif de Rennes a condamné l'Etat dans le cadre d'un contentieux engagé par la société Suez Lyonnaise des Eaux. Cette société avait elle-même été condamnée en 1995 à indemniser les usagers du service de distribution d'eau en raison du dépassement de la teneur autorisée en nitrates dans l'eau distribuée. Le tribunal administratif de Rennes a donné raison à la société Suez Lyonnaise des Eaux qui considérait que la responsabilité de l'Etat dans la dégradation de la qualité de l'eau à Guingamp était engagée (Nicol, 2002).

Dans ses considérants, le tribunal administratif relève en particulier le retard pris par les gouvernements de l'époque pour mettre en œuvre la directive communautaire du 12 décembre 1991 concernant la protection des eaux contre les nitrates à partir de sources agricoles. Il a fallu attendre le 22 décembre 1997 pour que soit signé l'arrêté permettant la mise en œuvre effective de cette directive et surtout celle des programmes d'action destinés à lutter contre la pollution par les nitrates dans les zones vulnérables.

De son côté, la Cour de justice européenne exige la réalisation d'un bilan objectif de la situation écologique des eaux françaises

en pays bocager favorise, semble-t-il, la constitution de ravines et de coulées de boues.

¹⁸ Cela signifie que la diversité biologique dans ces eaux est très réduite (prééminence d'une ou deux espèces, par exemple les chironomes).

¹⁹ La teneur maximale en nitrates autorisée au-delà de laquelle l'eau présente un risque pour la santé des personnes les plus vulnérables a été fixée par la directive communautaire du 16 juin 1975 à 50 mg/l (Cf. directive 75/440/CEE du Conseil concernant la qualité requise des eaux superficielles destinées à la production d'eau alimentaire dans les Etats membres).

(Cf. Arrêt du 18/03/99, affaire C-166/97²⁰). Selon Roselyne Bachelot²¹, en cas de non respect de l'arrêt, la France sera condamnée à verser chaque jour une forte amende à l'Union Européenne. Suite à un recours d'une association locale d'écologistes, d'autres arrêts pourraient prochainement être prononcés en défaveur de la France, notamment au sujet de la réduction des prairies inondables du marais Poitevin²² au profit des surfaces drainées destinées à la production céréalières. Le contribuable risque donc de payer la "légèreté" de l'Etat sur ce dossier alors que la pollution des eaux a déjà engendré une sensible augmentation du prix de l'eau²³. Selon la Direction de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes, le prix du mètre cube a crû en moyenne de 66% en France entre 1992 et 2000²⁴. L'augmentation atteint 99% au Havre et 103% à Calais.

"Laver l'eau" ne suffira bientôt plus. La modernisation de l'agriculture a rendu le volet curatif de la politique de l'eau indissociable d'actions plus préventives (Brun, 2003).

Les agriculteurs français en position de force²⁵

La politique de l'eau n'a pas permis de réduire les pollutions agricoles à la source. Cette situation s'explique, au moins en partie, par les rapports ambigus qu'entretiennent les gouvernants et les représentants du monde agricole.

D'abord, les programmes publics successifs ayant pour but d'améliorer les pratiques agricoles se sont avérés très coûteux mais peu efficaces. Ainsi, par exemple, le programme de maîtrise des pollutions d'origine agricole (PMPOA) lancé en octobre 1993 a déjà englouti plus d'un milliard et demi d'euros selon le Rapport d'évaluation sur la gestion et le bilan du PMPOA (1999). Selon Doussan (2002) cet échec était prévisible car "l'effectivité de la réglementation ne repose pas sur l'éventualité d'une sanction, mais sur l'offre de l'administration de participer aux frais de mise en conformité des exploitations". Conscients de cette faiblesse,

²⁰ Estuaire de la Seine, classement insuffisant en zone de protection spéciale et régime de protection incomplet selon le 17^{ème} rapport annuel sur le contrôle du droit communautaire (1999), volume 6, Commission des Communautés européennes, Bruxelles, le 23/06/2000.

²¹ Déclaration de Mme Roselyne Bachelot-Narquain, ministre de l'écologie et du développement durable, sur la dégradation continue des eaux en Bretagne due à des pratiques agricoles polluantes, Rennes le 18 juillet 2002.

²² Lesquelles constituent des "stations d'épuration naturelles" aux yeux des hydrobiologistes.

²³ D'autres facteurs expliquent l'augmentation du prix de l'eau (en particulier les investissements pour la modernisation des réseaux suite au durcissement des normes).

²⁴ En moyenne, le mètre cube d'eau se facture en France 2,65 €, soit une note annuelle d'environ 318€ par foyer.

²⁵ Chiffres clés : d'après le recensement INSEE de 1990, les citadins représentent 74% de la population française totale. Parmi les 26% de ruraux, les agriculteurs figurent pour 1/4, soit environ 6% du total (ils représentent moins de 5% de la population active). En revanche, les agriculteurs contrôlent la quasi totalité du territoire.

les pouvoirs publics ont pourtant choisi de prolonger ces programmes.

La décision des pouvoirs publics renvoie aux difficultés techniques qui caractérisent la mise en œuvre des moyens répressifs. D'une part, en effet, chaque police sectorielle (eau, pêche, installations classées) doit obligatoirement être exercée selon les procédures qui lui sont propres et il ne peut y avoir de substitution, ni empiètement de l'une sur l'autre (Gaonac'h, 1999). D'autre part, nos enquêtes révèlent le manque de moyens matériels et humains à disposition des fonctionnaires. Par exemple, les agents du Conseil Supérieur de la Pêche en charge de la police de l'eau et de la pêche doivent réduire leurs déplacements et effectuent parfois des analyses d'eau, en cas de pollution, avec du matériel périmé. En outre, la justice fonctionne mal. Les procureurs de la république concèdent *mezza voce* qu'ils n'ont pas la possibilité de traiter certaines affaires de pollution à cause de la surcharge des tribunaux.

Un rapport destiné au Premier Ministre (Dubois, 2001) a identifié d'autres obstacles à la mise en œuvre de la politique de l'eau : "le dispositif est complexe, émietté, parfois redondant, parfois lacunaire ; il manque d'unité, de cohérence et de stratégie [...] pour infléchir les comportements des divers usagers de la ressource en eau [...]. Il en résulte qu'il n'y a pas à proprement parler aujourd'hui de gestion de la ressource en eau, mais un ensemble d'actions concourant de manière plus ou moins cohérente et efficace à cette gestion" (p. 2, annexe 6 du rapport). L'efficacité de la politique de l'eau est également entravée par la rivalité entre les administrations (transport, santé, agriculture, environnement) et par la multiplication des priorités politiques (préservation de la ressource en eau, lutte contre les inondations, valorisation économique des vallées alluviales et des paysages).

Cependant, la frilosité des pouvoirs publics s'explique surtout du point de vue politique. Cinq facteurs rentrent en ligne de compte :

- Premier facteur : les subventions ont remplacé le bon sens. La Politique Agricole Commune (1964), longtemps promue par les gouvernants français sous la pression du syndicat agricole majoritaire, incite les agriculteurs à produire du maïs en lieu et place des prairies. Par exemple, près de 30 % des prairies inondables ont disparu depuis 1974 en Val-de-Saône. Contrairement aux prévisions de la Commission européenne, le retournement des prairies semble s'être accéléré depuis la mise en place de la nouvelle PAC en 1992. La récente réforme Fischler (2003) inversera peut-être cette tendance lourde.
- Second facteur : la crise de la "vache folle" (1999) et l'effondrement des prix du porc ont fragilisé au plan économique de nombreuses exploitations, qu'il est délicat de sanctionner en cas de mauvaises pratiques. En effet, pour des raisons politiques, les autorités ne veulent pas être accusées par l'opinion publique d'accroître les

difficultés financières des éleveurs – lesquels ont encore souvent la faveur d'une partie de la population française.

- Troisième facteur : l'épandage des boues des stations d'épuration revient aux agriculteurs. Certains d'entre eux exercent un chantage auprès des municipalités et des autorités en les menaçant de ne plus épandre les boues s'ils sont "trop surveillés".
- Quatrième facteur : en dépit de la diminution du nombre d'élus agriculteurs, ces derniers restent présents dans les structures intercommunales chargées d'entretenir les cours d'eau. Dans ce cadre, ils peuvent entreprendre en toute légalité des travaux contestables du point de vue écologique.
- Cinquième facteur : les agriculteurs sont souvent propriétaires riverains. Or, il est pratiquement impossible d'agir sur la rivière sans leur autorisation. Cela explique que des mois de négociations soient souvent nécessaires entre le maître d'œuvre et le propriétaire afin que ce dernier accepte, ici, le passage d'un géomètre ou, là, celui d'une entreprise de travaux. Dans ces conditions, l'acquisition foncière – pour la constitution d'une bande enherbée par exemple – est une idée séduisante, mais irréaliste.

Conclusion

Le durcissement des règles relatives à la qualité des eaux s'est accompagné d'une augmentation des aides à l'investissement et non celle des moyens de contrôle. Faisant preuve "d'opportunisme stratégique" (Busca et al., 2001), les agriculteurs ont souvent cherché à tirer profit des dispositifs incitatifs tout en les contournant.

La politique de l'eau ne doit pas être remise en question dans sa globalité. Néanmoins, une augmentation significative des moyens de contrôle semble indispensable (pourquoi pas aux dépens des aides ?) au même titre que l'augmentation des taxes touchant les agriculteurs pollueurs. Ce constat va en outre dans le sens des préconisations formulées par des économistes (notamment Baumol et al., 1988).

Reste que les marges de manœuvre de l'État sont réduites, en particulier à long terme. En effet, en caricaturant un peu, l'agriculture, même polluante, génère des nuisances qui sont susceptibles d'être traitées. A contrario, les dégradations qu'engendrent l'extension des aires urbaines et la multiplication des aménagements paraissent beaucoup plus problématiques. A travers les surfaces qu'elle représente, l'agriculture pourrait ainsi être amenée à faire office de "rempart" face aux activités consommatrices d'espace rural qui perturbent, parfois de façon irréversible, le fonctionnement des hydrosystèmes fluviaux.

Bibliographie

- Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse, avril 2002, "Pesticides dans les eaux superficielles du Bassin Rhône Méditerranée Corse", document provisoire, non paginé.
- Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, 2001, *Panoramique 2000*, 135p.
- Brun (A.) et Marette (S.), 2003, "Le bilan d'un contrat de rivière : le cas de la Reysouze (Ain)", *Économie Rurale*, n°275, pp.32-51.
- Brun (A.), octobre 2003, "Les politiques territoriales de l'eau en France. Le cas des contrats de rivière dans le bassin versant de la Saône", Thèse de doctorat en géographie, Jean-Pierre Fruit (Sous la dir.), Institut National Agronomique Paris-Grignon, 376 p. + annexes.
- Busca (D.) et Salles (D.), 2001, "Adaptations négociées des dispositifs agrariens, environnementaux : où est passé l'environnement ?" (chapitre X), in Yves Luginbühl (sous la dir.), 2002, *Nouvelles urbanités, nouvelles ruralités en Europe*, Bruxelles, Peter Lang, non paginé.
- Cour des Comptes, 2002, *Rapport public particulier sur la préservation de la ressource en eau face aux pollutions d'origine agricole : le cas de la Bretagne*, synthèse, 43 p.
- DGCCRF, novembre 2001, *Enquête sur le prix de l'eau entre 1995 et 2000*, Ministère de l'économie et des finances, non paginé.
- Directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, *Journal officiel des communautés européennes* L. 327 du 22 décembre 2000.
- Doussan (I.), 2002, "Droit, agriculture, environnement : bilan et perspectives ou dépôt de bilan en perspective ?", *Revue de Droit de l'Environnement*, n°99, pp.156-162.
- Doutriaux (Y.) et Lequesne (C.), 2000, *Les institutions de l'Union Européenne*, 3^{ème} édition, Paris, La documentation Française, coll. "Réflexe Europe", 176 p.
- Dubois (D.) Rapporteur, 2001, *Mission d'étude et de réflexion sur l'organisation des pouvoirs publics dans le domaine de la protection de l'environnement*, Rapport au Premier ministre, 116p.
- Gaonac'h (A.) et Leroux (E.), 2002, "Le droit de l'eau et son inapplication dans le monde agricole", *Revue de Droit Rural*, n°302, pp. 212-219.
- Gaonac'h (A.), *La nature juridique de l'eau*, Editions Johanet, Paris, 1999, 172p.
- Gazzaniga (J.-L.), 2000, "Le droit de l'eau dans une perspective historique", in Falque (M.) et Massenet (M.), coord., *Droits de propriété, économie et environnement. Les ressources en eau*, Paris, Dalloz, pp.41-52.
- Gazzaniga (J.-L.), Ourliac (J.-P.) et Larrouy-Castera (X.), 1998, *L'eau : usage et gestion*, Paris, LITEC, coll. "Administration territoriale", 316p.
- Hermon (C.), 2002, "La politique de lutte contre les nitrates d'origine agricole. Histoire d'un échec renouvelé", *Revue de Droit Rural*, n°306, pp.494-511.
- Nicol (J.-P.), 2002, "L'état de l'eau de l'Etat", *Courrier de l'environnement*, INRA, n°45, disponible sur internet non paginé.
- Nicolazo (J.-L.), 1997, *Les agences de l'eau*, Edition Johanet, Paris, 207p.

Principaux sites web consultés pour la préparation de cet article
www.carteleau.org (Office international de l'eau)
www.eaurmc.fr (site de l'agence de l'eau)
www.environnement.gouv.fr
www.ifen.fr (données relatives à la pollution des eaux)
www.ladocfrancaise.gouv.fr (pour l'accès au dossier politique publique de l'eau)

REPERES

Principaux textes sur la gestion des eaux en droit communautaire et en droit interne

Alexandre Brun d'après les
Journaux officiels de la République française, des Communautés Européennes et de l'Union

Droit communautaire :

- Directive 75/440/CEE du Conseil, du 16 juin 1975, concernant la qualité requise des eaux superficielles destinées à la production d'eau alimentaire dans les États membres
- Directive 76/160/CEE du Conseil, du 8 décembre 1975, concernant la qualité des eaux de baignade
- Directive 76/464/CEE du Conseil, du 4 mai 1976, concernant la pollution causée par certaines substances dangereuses déversées dans le milieu aquatique de la Communauté
- Directive 78/659/CEE du Conseil, du 18 juillet 1978, concernant la qualité des eaux douces ayant besoin d'être protégées ou améliorées pour être aptes à la vie des poissons
- Directive 79/869/CEE du Conseil, du 9 octobre 1979, relative aux méthodes de mesure et à la fréquence des échantillonnages et de l'analyse des eaux superficielles destinées à la production d'eau alimentaire dans les États membres
- Directive 79/923/CEE du Conseil, du 30 octobre 1979, relative à la qualité requise des eaux conchylicoles
- Directive 80/68/CEE du Conseil, du 17 décembre 1979, concernant la protection des eaux souterraines contre la pollution causée par certaines substances dangereuses
- Directive 80/778/CEE du Conseil, du 15 juillet 1980, relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine
- Directive 86/278/CEE du Conseil, du 12 juin 1986 relative à la protection de l'environnement, et notamment des sols, lors de l'utilisation des boues d'épuration en agriculture
- Directive 91/271/CEE du Conseil, du 21 mai 1991, relative au traitement des eaux urbaines résiduaires
- Directive 91/676/CEE du Conseil, du 12 décembre 1991, concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles
- Directive 98/83/CE du Conseil, du 3 novembre 1998, relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine
- Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil, du 23 octobre 2000, établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (ce texte clef impose la mise en œuvre d'une politique européenne de l'eau fondée sur le concept de gestion par grands bassins versants et sur le respect par chaque Etat membre d'une liste de normes instaurées par l'Union européenne – au titre de la protection du consommateur).

Droit interne :

- (1) *Lois sur l'eau établissant une gestion décentralisée et participative par le biais de la mise en place d'établissements publics de bassin (agences de l'eau et établissements publics territoriaux de bassin) et d'instruments de planification (schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux notamment).*
- Loi n°64-1245 du 16 décembre 1964 relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre leur pollution.
 - Loi n°92-3 du 3 janvier 1992 dite "loi sur l'eau" (l'eau devient le "patrimoine commun de la nation").
 - Projet de loi Bachelot (adoption prévue courant 2004 ; le projet vise notamment à transposer la Directive 2000/60/CE en droit interne. Il reprend en partie le projet Voynet du gouvernement précédent).
- (2) Principales lois ayant une portée sur l'aménagement et la gestion des eaux.
- Loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature (études d'impact rendues obligatoires).
 - Loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement.
 - Loi n° 84-512 du 29 juin 1984 relative à la pêche en eau douce et à la gestion des ressources piscicoles.
 - Loi n°86-2 du 3 janvier 1986 relative à l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral.
 - Loi n°95-101 du 2 février 1995 dite "Barnier" relative au renforcement de la protection de l'environnement (instaure, en particulier, les Plans de Prévention des Risques d'inondation).

DOSSIER - Les grands fleuves : entre conflits et concertation

Les fleuves sont parfois source de discorde mais aussi source pour la recherche d'accords entre les nations. Les fleuves sont les lieux de rêves économiques et sociaux que ce soit sous la forme d'une redistribution spatiale de l'eau, de la production énergétique. Ils en sont aussi le reflet par les écosystèmes perturbés. Le dossier de la revue VertigO sur les grands fleuves présente des textes abordant ces différents aspects entourant la gestion des grands fleuves qui sillonnent notre planète.

En vous souhaitant une bonne lecture.

Éric Duchemin, PhD
Rédacteur en chef

Serge Lepage, PhD
Rédacteur invité, Environnement Canada

QU'EST-CE QU'UN GRAND FLEUVE ?

Par Jacques Bethemont, Professeur émérite, Université Jean Monnet, Saint-Etienne (F), CNRS : UMR 5600, Courriel : j.bethemont@chello.fr

De prime abord, la réponse à cette question est à la fois simple, complexe et ambiguë : simple dès lors que les critères proposés – débit et aire de drainage - sont quantifiables ; complexe, parce que la grandeur d'un fleuve peut être évaluée en termes de potentialités offertes à divers usages allant de la production hydroélectrique à la navigation en passant par l'irrigation, voire le ravitaillement urbain ; ambiguë lorsque se pose la question de la grandeur évaluée en termes culturels, identitaires et patrimoniaux ou même en termes de géopolitique, les enjeux sur le contrôle de l'eau pouvant conférer à tel cours d'eau une importance démesurée par rapport à ses caractéristiques hydrauliques. La complexité des situations concrètes est telle, que toute approche autre que quantitative et limitée s'avère rebelle à toute typologie présentée sur des bases objectives et quantifiées. On ne trouvera donc dans les pages qui suivent, qu'une simple tentative visant à proposer un échange d'idées et peut-être une controverse en réponse à une question dont la simplicité n'est qu'apparente : qu'est-ce qu'un grand fleuve ?

DES CRITÈRES QUANTITATIFS SIMPLES

Si la recherche de critères sur les trois registres des dimensions, des potentialités et des enjeux s'avère relativement simple, leur maniement n'en appelle pas moins un certain doigté, sauf à tomber dans divers excès ou paradoxes tel que celui qui mettrait en balance l'Amazone qui est sans conteste le fleuve le plus puissant du monde et le Jourdain qui est le plus chargé de valeurs affectives mais aussi de risques conflictuels. Faut-il enfin prendre en compte un problème de perception ? A l'échelle de la France, le Rhône est un grand fleuve mais face aux 10 300 m³ du Saint-Laurent, les 1 750 m³ de son débit ne supportent pas la comparaison.

Les critères les plus objectifs étant d'ordre quantitatif, il est possible dans le cadre d'une première approche de définir et répertorier les grands fleuves en fonction de leurs deux caractéristiques fondamentales, la superficie de leur bassin versant et leur module, tout en adoptant de façon arbitraire un seuil, en l'occurrence les vingt premiers fleuves répondant à l'un ou l'autre des deux critères retenus.

S'agissant de la superficie des bassins versants, il existe une relation évidente entre le rang et le caractère massif des continents dans lesquels les grands fleuves s'insèrent, ce qui exclut l'Europe occidentale, l'Amérique centrale, le cône sud-américain, le Dekkan et les péninsules indo-chinoises (*tableau 1*). Les grands bassins versants sont donc situés pour l'essentiel dans

le bloc eurasiatique allant de la Volga à l'Amour et aux grands fleuves chinois, dans le sillon indo-gangétique, la partie massive des deux continents américains et la majeure partie de l'Afrique. Tous ces bassins, y compris le Murray australien correspondent à des unités morphologiques de grande taille, cuvettes et voussures de massifs anciens comme le bassin du Saint-Laurent ou gouttières séparant des massifs de nature différente comme le bassin du Mississippi entre Rocheuses et Appalaches ou celui du Gange entre l'Himalaya et la table du Deccan. Si certains de ces grands bassins drainent des zones climatiquement homogènes comme le Congo ou l'Amazone, d'autres comme le Nil ou l'Indus assument d'importants transferts en latitude, depuis des zones équatoriales humides jusque dans des régions désertiques. Enfin, il convient de faire la distinction parmi les fleuves des moyennes et hautes latitudes entre d'une part les fleuves passant de la zone boréale à la zone arctique et dont le dégel se fait de façon catastrophique d'amont en aval ce qui est le cas des fleuves sibériens et d'autre part les fleuves comme la Volga dont le dégel se fait d'aval en amont ce qui atténue les risques de blocage .

Rang	Bassin	Superficie (M° km ²)
1	Amazone	6,95
2	Congo	3,80
3	Mississippi	3,22
4	Nil	3,00
5	Iénisseï	2,69
6	Ob	2,48
7	Léna	2,42
8	Parana	2,34
9	Changjiang	1,96
10	Amour	1,84
11	Mackenzie	1,80
12	Volga	1,38
13	Zambèze	1,35
14	Niger	1,10
15	Orénoque	1,08
16	Gange	1,07
17	Murray	1,07
18	Nelson	1,07
19	Saint-Laurent	1,03
20	Indus	0,95

Tableau 1. Les vingt plus grands bassins versants

S'agissant des plus forts débits (tableau 2), deux données entrent en ligne de compte, le module¹ et le débit spécifique². L'analyse de cette dernière valeur permet de comprendre pourquoi certains grands bassins n'offrent que des modules médiocres. Relèvent de cette catégorie les fleuves des hautes latitudes continentales, affectés par de faibles précipitations comme le Mackenzie qui reçoit tout juste l'équivalent de 126 mm/an de sorte que malgré son module imposant de 7 200 m³/s, il n'offre qu'un module spécifique misérable de 4 l/s/km². Le Nelson est encore moins bien pourvu avec 2,2 l/s/km². Les fleuves dont le bassin est centré sur la zone tropicale sèche ne sont pas mieux pourvus avec des débits spécifiques de l'ordre de 2,6 pour le Zambèze, 0,8 pour le Nil et même 0,4 pour le Murray qui affiche un débit moyen de 450 m³/s pour un bassin dépassant le million de kilomètres carrés.

A l'indigence des débits spécifiques affectant les régions de faible pluviosité, répondent les débits spécifiques imposants des fleuves de la zone tropicale humide, soit plus de 30 l/s/km² pour l'Amazone, le Brahmapoutre et l'Irrawadi, le record étant détenu par le Magdalena avec 30,8 et un module de 8 000 m³/s résultant de la combinaison entre un bassin versant de seulement 241 000 km² mais des précipitations totalisant 1041 mm/an. Dans ces divers cas, l'abondance spécifique doit beaucoup à la présence de montagnes qui condensent les précipitations. Dès que ce facteur orographique s'atténue, on observe une diminution rapide des débits spécifiques et, en dépit de sa position centrée sur l'équateur, le Congo ne dépasse pas les 15 l/s/km². Dans tous les cas, les débits spécifiques des fleuves des zones tempérées sont loin d'atteindre de telles valeurs : 10,0 pour le Saint-Laurent, 5,6 pour le Mississippi.

Dans un décompte limité aux vingt premiers fleuves classés en fonction de leur module, le facteur climatique joue un rôle essentiel en faisant apparaître des organismes de dimensions relativement moyennes mais bénéficiant d'une forte pluviosité. Les bassins de cinq fleuves dont les deux plus puissants à l'échelle planétaire ressortissent à la zone équatoriale humide : Amazone, Congo, Orénoque, Tocantins et Magdalena. Six autres peuvent être rattachés à la zone des moussons asiatiques : Changjiang, Brahmapoutre, Gange, Mékong, Irrawadi et Xinjiang. La zone tempérée et sa frange subtropicale en comptent également six : Mississippi, Parana, Amour, Saint-Laurent, Volga et Columbia. Enfin, les zones boréales et hyperboréales en retiennent trois : Iénisseï, Léna et Ob-Irtych. Aucun des fleuves dont les bassins sont centrés sur la zone tropicale sèche, Nil,

¹ Module : moyenne des débits moyens annuels en un point donné d'un bassin versant (le plus souvent à l'exutoire du bassin) calculés sur une longue période. La valeur du module peut varier selon la longueur des séquences chronologiques analysées ou la période de référence servant au calcul.

² Débit spécifique : débit moyen rapporté à la superficie du bassin versant et exprimé en litres par seconde et par kilomètre carré. Cette notion permet des comparaisons entre des bassins de toute taille.

Zambèze, Niger et Murray ne figure dans ce décompte qui exclut également le Mackenzie et le Nelson.

Sur un autre plan, et toujours s'agissant des débits, un simple classement par rang ne rend pas compte de l'écart qui sépare l'Amazone des autres fleuves : son débit est plus de quatre fois plus important que celui du Congo et, pour l'égaliser, il faut additionner les débits des huit plus grands fleuve suivants.

Rang	Fleuve	Module (10 ³ m ³ /sec.)	Débit spécifique (l/s/km ²)
1	Amazone	185	30,0
2	Congo	42	11,1
3	Changjiang	34	17,6
4	Orénoque	31	28,5
5	Brahmapoutre	20	30,0
6	Mississippi	18	5,6
7	Iénisseï	17,4	6,7
8	Tocantins	16,2	19,0
9	Gange	16,1	15,0
10	Parana	16,0	6,8
11	Mékong	15,5	19,5
12	Léna	15,4	6,4
13	Irrawadi	13,0	30,2
14	Ob	12,5	5,0
15	Xinjiang	12,0	27,6
16	Amour	11,0	6,0
17	Saint-Laurent	10,3	10,0
18	Magdalena	8,1	33,2
19	Volga	8,0	5,8
20	Columbia	7,5	11,2

Tableau 2. Les vingt plus forts débits. Source R. Lambert (1996)

Le croisement des données consignées dans les deux tableaux précédents, permet d'obtenir (tableau 3) un classement empirique sur la base des rangs occupés par chaque fleuve dans chaque tableau. Si discutable qu'elle soit – ne fut-ce qu'au vu de la remarque concernant le débit de l'Amazone par rapport à celui des autres fleuves - cette démarche produit une liste de 27 grands fleuves, le qualificatif de « grand » se référant aux seules données d'ordre physique³. Encore faut-il établir la distinction entre les fleuves remarquables à la fois par leur aire de drainage et leur débit comme l'Amazone et le Congo, les fleuves plus importants par la superficie de leur bassin que par leur débit comme le Nil et l'Indus ou même la Volga et ceux qui présentent la caractéristique inverse, comme le Magdalena ou le Columbia. Mais il suffit d'évoquer le cas du Nil et de la perception que nous avons de son importance, pour mesurer l'insuffisance d'un tel

³ Le score de chaque fleuve est calculé à partir de son rang sur les deux tableaux (ou sur un seul tableau pour certains fleuves ne répondant qu'à un seul critère).

classement. Autre critère simple de discrimination, si la plupart de ces grands fleuves sont connus et peuvent être nommés et situés sur une carte muette par un public d'étudiants, force est de reconnaître que sur un test pratiqué sur plusieurs groupes totalisant quatre-vingt d'étudiants français du niveau de la Licence en Géographie, aucun n'a pu identifier le Nelson, cependant que le Tocantins et le Murray n'ont été identifiés que par trois étudiants pour le premier et un seul pour le second⁴.

Rang	Fleuve	Score
1	Amazone	40
2	Congo	38
3	Mississippi	33
4	Iénisseï	30
4	Changjiang	30
6	Parana	24
7	Léna	23
7	Orénoque	23
9	Ob	22
10	Gange	17
10	Nil	17
12	Amour	16
12	Brahmapoutre	16
14	Tocantins	13
15	Volga	11
16	Mackenzie	10
16	Mékong	10
18	Irrawadi	8
18	Zambèze	8
20	Niger	7
21	Xinjiang	6
21	Saint-Laurent	6
23	Murray	4
24	Nelson	3
24	Magdalena	3
26	Columbia	1
26	Indus	1

Tableau 3. Les plus grands fleuves du monde par la superficie de leur bassin et/ ou leur débit

Une autre approche s'impose donc, en fonction de critères fondés sur l'occupation humaine et la valorisation des potentiels hydrauliques. En partant du plus simple ou du plus élémentaire vers le plus complexe et en limitant l'analyse aux vingt-sept

⁴ Test effectué à partir d'une carte muette représentant les 26 fleuves recensés dans le tableau 3, chaque bassin étant affecté d'un numéro allant de 1 pour l'Amazone à 26 pour l'Indus (pas de publication en référence mais ce test ne manque pas d'intérêt dans le cadre d'un programme pédagogique).

« grands fleuves » identifiés, il n'est pas interdit d'opérer une catégorisation qui, au demeurant reste offerte à la discussion.

Approche d'une catégorisation

Des fleuves marginaux

Au niveau le plus simple, se situent les grands fleuves qui peuvent être qualifiés de marginaux. Entrent dans cette catégorie des fleuves peu anthropisés, peu accessibles, peu aménagés sur plusieurs registres d'utilisation, ce qui ne signifie pas pour autant qu'ils n'offrent que de faibles potentialités. Ces fleuves se situent aussi bien dans les régions subpolaires comme le Nelson, le Mackenzie et la Léna, que dans la zone équatoriale comme le Tocantins. Leurs bassins ne sont anthropisés que par deux catégories d'acteurs : des peuples nomades chasseurs-cueilleurs et des électriciens ou des prospecteurs. Ces fleuves ignorés du grand public – tout au moins du public européen – sont en effet le siège de puissants ouvrages hydro-électriques (W.A.C. Bennett sur le Mackenzie, Tucurui sur le Tocantins, Vilyui sur la Léna). Mieux, dans un contexte de pénurie qui va s'accroissant, les eaux du Mackenzie pourraient être transférées vers la côte Pacifique des Etats-Unis dans le cadre du projet NAWAPA (*North American Water and Power Alliance*).

Ce type de projet qui n'est pas sans inquiéter, met en évidence une autre caractéristique de ces fleuves de l'extrême qui doivent également être évalués en termes de réserves naturelles et de régulateurs écosystémiques, de sorte que l'altération de leur fonctionnement pourrait entraîner des séquelles imprévisibles. Cette remarque vaut particulièrement pour les bassins des grands fleuves intertropicaux, Amazone, Congo ou Mékong dont les forêts humides jouent un rôle important à l'échelle planétaire dans la formation et le transfert des masses d'air humide à l'échelle planétaire⁵.

Les fleuves semi-marginaux

L'Amazone, le Congo, l'Orénoque et les fleuves de la Sibérie septentrionale diffèrent dans une certaine mesure des fleuves marginaux sans pour autant être assimilables aux fleuves totalement anthropisés. Ils peuvent donc être, à des titres divers, qualifiés de semi-marginaux. L'Amazone et l'Orénoque sont de puissants axes de pénétration sur une large partie de leurs cours, mais les potentialités ainsi offertes ne sont que faiblement exploitées : mis à part Manaus et Santarem, les rares constructions urbaines qui jalonnent le cours de l'Amazone ne sont guère plus que des comptoirs de traite cernés par un espace peu ou pas maîtrisé mais souvent dégradé. Nonobstant les efforts de développement dans la région de Santo Tomé, l'Orénoque est encore moins attractif et l'essentiel du peuplement et des activités du Venezuela se situent sur le littoral caraïbe. Le Congo offre un

⁵ Le suivi des images satellitaires permet de suivre dans l'espace et le temps le transfert de ces masses humides qui effectuent des translations de grande amplitude.

cas de figure sensiblement différent dans la mesure où de vastes espaces marécageux et déserts séparent plus qu'ils ne les relient plusieurs régions actives, Bas-Congo de Kinshasa, Katanga minier, rives occidentales des grands lacs africains.

Le cas des fleuves sibériens, Ob et Iénisseï est différent. Inhospitaliers et pratiquement déserts au nord d'une ligne passant par Omsk, Tomsk et Bratsk, ils sont au contraire le cadre d'activités multiples plus au sud, y compris les complexes hydro-électriques de Bratsk, Kranoïarsk et Sayano-Shushensk. Mais les axes fluviaux comptent moins ici que les infrastructures terrestres centrées sur une bande de terres fertiles, orientée d'est en ouest et dominée par des centres de commandement qui se situent dans la Russie d'Europe. Ces fleuves, partagés entre la Sibérie utile et l'Arctique ingérable ne sont intégrés aux constructions régionales que sur leurs segments compris entre une zone amont sèche et semi-désertique et une zone aval affectée par le pergélisol et ils ne sont, dans la zone d'occupation humaine, qu'une composante parmi d'autres dans le processus de territorialisation.

Fleuves et fronts pionniers

Des fleuves comme l'Amour et le Paranà se situent à un niveau d'intégration régionale plus poussé sans animer pour autant des constructions régionales évoluées, développant des activités multiples y compris des services de haut niveau. Le bassin du Parana, longtemps voué à l'élevage extensif, fait l'objet d'aménagements dont certains ne sont encore que programmés alors que d'autres comptent parmi les plus grands aménagements hydro-électrique du monde, Ilha Solteira et surtout Itaïpu avec sa capacité de 12 600 MW. Toutefois, l'essentiel de cet énorme potentiel est encore valorisé en dehors de la région de production mais son effet d'entraînement ne fait aucun doute.

Les potentialités de l'Amour sont davantage valorisées, bien que son cours soit pratiquement désert à l'aval de Komsomolsk-na-Amure. Mais en amont de ce secteur inhospitalier, les rives du fleuve doublées à distance par les voies ferrées du Transsibérien et du BAM (Baïkal-Amour-Magistrale) concentrent l'essentiel d'une population relativement dense et la totalité d'activités économiques qui, encore dominées par des industries de première transformation, tendent cependant vers la diversification et la satisfaction de la demande régionale.

Au-delà de ces différences, le Paranà et l'Amour sont également affectés par ce qu'on peut appeler l'effet frontière. Dans le cas du Paranà, le partage des potentiels énergétiques se fait au bénéfice du plus fort, entendons par là le Brésil. Dans le cas de l'Amour qui forme la frontière entre la Russie et la Chine, le lit du fleuve et les îles ont longtemps fait l'objet de litiges violents auxquels succèdent maintenant une coopération dans laquelle les Russes jouent surtout le rôle de fournisseurs de matières premières transformées en Chine.

Des axes fluviaux qui ne sont pas des traits d'union

Sans doute y a-t-il quelque excès à rapprocher des fleuves et des entités territoriales aussi différents que ceux du Zambèze du Niger, du Mékong ou du Magdalena avec ceux du Murray et de la Columbia. Pourtant, qu'ils drainent des pays pauvres ou riches, ces fleuves ont ceci en commun qu'ils n'établissent aucune continuité entre les territoires traversés, cela dans des configurations diverses.

Le Niger par exemple, qui roule des eaux abondantes en amont de Bamako comme à l'aval de Kainji, traverse entre ces deux zones, de vastes espaces qui vont de la savane au désert, le tout occupé par des populations aux cultures et aux activités économiques trop différentes pour que le fleuve serve de trait d'union entre ces vastes espaces. Les tentatives d'unification comme celle de l'Empire Songhaï (XIV^e-XVI^e siècles) centré sur la boucle du Niger n'ont jamais intégré les régions forestières d'amont et d'aval et, par la suite, les épisodes de colonisation et de décolonisation ont établi des frontières politiques ou économiques qui font de ce vaste bassin un espace disloqué. Le cas du Zambèze n'est pas fondamentalement différent de celui du Niger, à ceci près que le fleuve frontière entre Zimbabwe et Zambie est aussi une ligne de friction de sorte que le vaste complexe hydro-électrique de Kariba figure assez bien une cathédrale en ruine dans un désert économique.

Dans le cas du Mékong, la suite des hauts plateaux ou des bassins qui s'échelonnent entre Louang Prabang et le Tonle Sap est fragmentée par des sections de gorges et de rapides qui ont toujours joué le rôle de frontière, bien que toutes les cellules concernées partagent la même culture fondée sur l'agriculture hydraulique et la riziculture, ce qui les oppose aux zones montagneuses des contreforts. L'intensité de la valorisation du potentiel hydraulique par la riziculture est particulièrement forte dans la partie aval, mais celle-ci est partagée linguistiquement et politiquement entre Cambodge et Vietnam. Ce manque de cohésion fait que les tentatives d'aménagement programmées à l'échelle du fleuve par des instances internationales, stagnent au terme d'une trop longue phase de projets mort-nés. Dans le cas du Magdalena enfin, le contraste est saisissant entre les faibles densités de la vallée et le regroupement des infrastructures et des zones urbaines sur les hautes terres des deux rives, de sorte que le fleuve divise plus qu'il ne réunit les deux moitiés de la Colombie.

S'agissant des trois grands fleuves du sillon indo-gangétique, l'Indus, Gange et Brahmapoutre, ont ceci de particulier que d'une part ils sont à l'origine de trois puissants foyers de peuplement contigus mais que d'autre part ces foyers vivent les uns par rapport aux autres dans un contexte de tensions politiques et de violences latentes ou avérées, cela dans deux contextes différents. Vers l'ouest, les eaux de l'Indus ou plutôt de son affluent la Sutledj traversent une frontière indo-pakistanaise créée artificiellement en 1947 après la partition des deux pays, de sorte que les grands complexes d'agriculture hydraulique de l'un et l'autre pays dépendent pour leur alimentation de retenues implantées dans le pays voisin et ennemi. Sachant que ces deux pays nourrissent de nombreux litiges religieux (hindouistes

contre musulmans) ou territoriaux (le Cachemire) on s'étonnera à bon droit du fonctionnement correct d'installations partagées. La pacification de ce qui aurait pu être une guerre de l'eau tient à un bon arbitrage des Etats-Unis, conforté par une aide considérable de la banque mondiale. Vers l'est, la grande zone de confluence et le complexe deltaïque du Gange et du Brahmapoutre sont partagés entre l'Inde et le Bangladesh état musulman dont la création a quasiment séparé de l'Inde la province de l'Assam qui correspond au cours moyen du Brahmapoutre. S'en suivent de fortes tensions particulièrement sensibles dans le cas du barrage indien de Farraka qui permet de dévier les eaux du Gange soit vers Calcutta en cas d'étiage prononcé, soit vers le Bangladesh en cas de fortes crues.

Le cas du Murray est évidemment différent dans la mesure où les constructions régionales qu'il sépare plus qu'il ne les unit, loin de s'opposer l'une à l'autre, s'ignorent tout simplement. Certes, l'Australie est un pays riche mais il n'empêche qu'aucune route, aucune infrastructure ne s'appuie sur ce fleuve aux eaux troubles et au cours incertain. Au peuplement relativement dense des hautes terres d'un cours supérieur élargi aux sources du Darling et de la zone côtière d'Adélaïde, s'opposent de vastes espaces marécageux où les rares points d'ancrage des agglomérations correspondent à des ponts comme celui de Mildura. Les échanges entre les deux zones actives d'amont et d'aval sont faibles, qu'il s'agisse de marchandises, de services ou de mouvements de population. Ils se font au demeurant par voie aérienne ou maritime.

Il fut un temps où le secteur des rapides de la Columbia constituait l'un des rares passages entre les hautes terres de l'Ouest des Etats-Unis et la côte pacifique. Mais les temps de l'Oregon trail sont révolus, et s'il existe de bonnes liaisons routières et ferroviaires entre l'Idaho et les hauts plateaux de l'Oregon d'une part et la région de Portland-Seattle d'autre part, il n'en reste pas moins que tout oppose ces deux pôles séparés par des déserts de lave et des gorges infranchissables comme celles de la Snake. Du moins les grands ouvrages hydro-électriques des hautes terres, notamment Grand Coulee, sont-ils à l'origine de l'industrialisation et de la fortune du Puget Sound. Mais il n'est pas question ici, d'une construction régionale fondée sur un axe fluvial.

Axes de vie, axes de civilisation

Les « grands fleuves » au sens fort du terme ne sont pas seulement ceux qui fertilisent des terres, se prêtent à la navigation et fournissent de l'énergie mais ceux qui sont à l'origine de foyers culturels et constituent des axes de peuplement. Se rattachent à cette catégorie aussi bien des fleuves qui sont aussi des foyers de civilisations anciennes comme les fleuves chinois et le Nil, que les grands fleuves américains qui ont joué le même rôle fondateur à des dates plus récentes et dans des contextes culturels sensiblement différents.

Les fleuves chinois, Changjiang et Xinjiang auxquels on peut joindre *mutatis mutandis* l'Irrawadi ne se prêtent pas de prime abord à la construction d'espaces culturellement homogènes. Cela est particulièrement vrai pour le cours du Changjiang où le système des Trois Gorges séparait de façon radicale avant l'ouverture de l'ouvrage de Sanduping, un secteur amont, le Bassin rouge, d'un secteur aval qui s'ouvre à l'aval de Yichang. L'unité ne s'est faite que de façon progressive à partir du contrôle de l'espace : la gestion des plaines rizicoles impliquait le contrôle de l'écoulement des eaux et la protection de plaines surbaissées par l'édification de puissantes digues. Que ce principe d'organisation ait été mis en œuvre dans le cadre contraignant du « despotisme oriental » ou qu'il ait résulté d'un consensus de masse importe peu, l'essentiel étant que l'unité de la Chine s'est faite à partir de grands travaux, lesquels impliquaient des impératifs techniques ou administratifs contraignants qui sont à l'origine des grandes techniques hydrauliques. C'est dans cette perspective d'unification par l'eau que s'inscrit actuellement le chantier des Trois Gorges qui relie amont et aval, permet le transfert des eaux abondantes du Sud vers un Nord sec et fournira bientôt une énorme quantité d'énergie.

Le processus de construction d'une civilisation et d'une nation à partir de l'utilisation raisonnée d'aménagements fluviaux se retrouve en Egypte. Pour autant, le cas du Nil diffère de celui des fleuves chinois en ceci que l'Egypte utilise les eaux du Nil mais ne les contrôle pas, la totalité des débits se formant dans les neuf Etats de cours amont allant du Soudan à l'Ethiopie et au Zaïre. Il en résulte une situation de dépendance que l'édification du barrage d'Assouan n'a pas résolu. La réalisation de l'incorruptible gestion à l'échelle du fleuve est d'autant plus difficile sinon improbable qu'il existe de multiples tensions soit à l'échelle internationale, soit à l'échelle du Soudan ravagé par une interminable guerre civile opposant chrétiens du Sud et musulmans du Nord.

Si l'Egypte et la Chine sont nées des grands travaux hydrauliques, il n'en va pas de même pour la Russie et la Volga. L'harnachement hydraulique du plus grand fleuve européen, interrompu par la seconde guerre mondiale, n'a débuté que dans les années trente pour s'achever dans les années soixante. Au demeurant, la valorisation du potentiel hydraulique, entreprise selon des méthodes de gestion centralisée discutables, est lourde d'impacts calamiteux. La Volga n'en demeure pas moins le grand vecteur de l'expansion russe d'amont en aval vers le Sud et la Mer noire.

C'est au contraire d'aval en amont et dans le contexte historique de l'expansion européenne, que s'est faite la pénétration du continent américain par les grands fleuves, Mississippi et Saint-Laurent. Les aventuriers, soldats, colons et missionnaires venus dans un premier temps de France et d'Espagne plus que du Royaume-Uni ont jalonné leur rives de comptoirs puis de villes. Mais à partir de la phase initiale de pénétration, les deux fleuves ont connu des évolutions divergentes.

Par sont étendue, sa puissance et surtout son tracé nord-sud avec de larges diramations vers l'est (Ohio) et l'ouest (Missouri), le Mississippi aurait pu devenir l'axe structurant du territoire de l'Union. Des circonstances historiques (la guerre de Sécession qui a reporté de Saint-Louis à Chicago l'origine du réseau ferroviaire), culturelles (la marche vers l'Ouest des Anglo-saxons) et finalement le tropisme littoral qui favorise l'Est et l'Ouest au détriment du Centre, ont minoré le rôle du fleuve dans le processus de territorialisation. Le Mississippi n'en supporte pas moins un trafic fluvial de quelque 700 millions de tonnes par an. Il tient également un rôle important dans l'imaginaire américain, à travers l'Histoire et la littérature.

En dépit de la communauté originelle de leurs destins, la trajectoire historique et le devenir du Saint-Laurent diffèrent radicalement de ceux du Mississippi. Apparemment défavorisé par sa situation en latitude, par le gel hivernal et par les chutes qui scindent l'espace à l'amont de Montréal, le fleuve a bénéficié d'aménagements qui permettent maintenant la remontée du trafic maritime en direction des Grands lacs, ce qui fait du Saint-Laurent un axe de pénétration commandant théoriquement 3 700 kilomètres. Sur le plan énergétique, le fleuve et ses affluents fournissent assez d'énergie pour nourrir un puissant courant d'exportation vers le Nord-est des Etats-Unis. Si importantes que soient ces considérations d'ordre économique, la grandeur du Saint-Laurent tient pourtant moins à la valorisation du potentiel fluvial qu'à son rôle dans la structuration d'un espace culturel francophone qui couvre ses deux rives depuis la Gaspésie jusqu'à Montréal.

Ce qui fait la grandeur d'un fleuve

Deux questions se posent au terme de cet essai : quelle est la pertinence de la classification proposée? Faut-il évaluer la grandeur d'un fleuve d'après ses caractéristiques naturelles ou d'après son niveau d'anthropisation ?

Les limites d'une catégorisation

Tout essai en la matière prête le flanc à la critique et il est facile de remettre en cause l'attribution de tel fleuve à telle rubrique. Cela d'autant plus que les fleuves sont des organismes complexes et rebelles à une classification rigide. Soit le cas du Nil qui constitue dans l'ensemble des représentations un axe de civilisation. Cette catégorisation n'est valable que pour l'Égypte et ne concerne pas les Etats d'amont. Mieux, les tensions actuelles et les conflits récurrents autour de la gestion de l'eau justifieraient tout autant le classement de ce fleuve à la rubrique des axes fluviaux qui ne sont pas des traits d'union. La critique vaut pour bien d'autres fleuves, ne serait-ce que pour le Gange qui répartit une riche collection de risques conflictuels entre l'Indus et le Brahmapoutre. Même remarque pour le Congo qui est tout autant un fleuve partagé entre des groupes antagonistes qu'un fleuve semi-marginal.

Soit. Mais il serait facile d'établir un tableau à deux entrées qui permettrait dans un premier temps de montrer les enjeux et dans un deuxième temps de les évaluer. Dans tous les cas, un facteur prépondérant apparaîtrait et confirmerait les catégories proposées dans les pages qui précèdent : le Nil est d'abord et avant tout le fleuve qui a créé un pays et qui le nourrit depuis plus de six mille ans, de même que le Congo reste un fleuve sur lequel le poids de la marginalité et des ruptures spatiales l'emporte sur des conflits qui n'ont d'ailleurs que de lointains rapports avec la maîtrise de l'eau.

Des fleuves entre nature et société

Des caractéristiques naturelles ou des attributs économiques et culturels lequel de ces deux registres est le plus important dans la définition et la reconnaissance des grands fleuves ? La réponse pourrait tenir dans la comparaison entre deux fleuves aux caractéristiques naturelles comparables. Soit l'Iénisseï et le Changjiang qui se situent au même rang dans le classement établi en liminaire. Quel que soit le point de vue adopté, une évaluation qui tiendrait la balance égale entre les deux parties ne serait guère soutenable. S'agit-il des problèmes environnementaux ? L'un et l'autre fleuve sont affectés par des phénomènes de pollution mais dans le cas de l'Iénisseï, on ne peut passer par pertes et profits les problèmes de pollution qui affectent le lac Baïkal, lequel constituait un biotope d'une qualité exceptionnelle avant que ses eaux polluées ne compromettent le maintien des espèces endémiques qu'il abrite. S'agit-il des problèmes économiques ? Si les deux fleuves sont à égalité pour la production énergétique et si la Chine en est encore à combler son retard dans le domaine de l'industrialisation, il n'en va pas de même pour la navigation et la production agricole qui sont l'apanage quasiment exclusif du fleuve chinois. Surtout, la comparaison n'est pas possible tant sur le registre du peuplement que sur celui de la culture, les deux tendant à se confondre de façon négative dans un cas et positive dans l'autre. La comparaison pourrait être reprise avec d'autres fleuves dans d'autres contextes de milieu naturel et le résultat serait le même : à une échelle spatiale donnée, la grandeur d'un fleuve est d'abord fonction de l'action humaine et un fleuve est d'autant plus grand qu'il a vu naître une civilisation, a soutenu l'expansion, la fixation et le maintien d'un peuple, et que sa vallée est riche de traditions, d'Histoire et d'activités.

Ne peut-on sur la base de cette conclusion étendre le débat à d'autres fleuves dont les caractéristiques naturelles médiocres sont contrebalancées par l'opulence de leurs rives, l'activité des métropoles qu'ils arrosent et leur rôle dans l'Histoire des peuples ? Le débat ouvert dans ces quelques pages a été volontairement limité par la prise en compte, de façon prioritaire des caractéristiques naturelles. Procéder de façon différente en mettant en avant des caractéristiques d'ordre sociétal aurait multiplié les risques de confusion⁶. Reste que la tentation est

⁶ L'auteur précise à ce propos que lors de la tenue d'un colloque franco-canadien co-organisé par ses soins, sur la question des

grande, d'élargir le registre des grands fleuves par l'incorporation de quelques fleuves remarquables comme le Huang He ou le Rhin. Ce dernier fleuve est remarquable par son activité dans le domaine de la navigation soit 150 M³t au passage de la frontière germano-hollandaise, par les activités industrielles de sa vallée, par le cortège de grandes villes qui le jalonne et surtout par la coexistence sur ses rives de traits méditerranéens à commencer par la vigne et de traits qui sont propres à l'Europe du Nord dans le domaine de l'urbanisme ou de l'organisation sociale. Autre fleuve en balance, le Danube qui était un grand fleuve à l'époque où il servait de ciment à la mosaïque de peuples qui composait l'Empire autrichien. Cet Empire disparu, l'importance politique du Danube n'a cessé de décroître cependant que les relations entre ses peuples riverains allaient en se détériorant. Mais il se pourrait que l'intégration de ses multiples composantes ethniques dans une Europe qui ne serait pas un simple marché de libre échange lui restitue sa grandeur perdue.

*

* *

La question des grands fleuves reste donc ouverte, d'autant que les fleuves – tous les fleuves grands ou petits – sont sujets au changement dès lors que l'évaluation qui en est faite intègre les données naturelles et les données culturelles (entendons par là tout ce qui touche à l'homme et à ses activités). Ainsi du Danube qui a subi une incontestable régression au titre de grand fleuve mais qui peut réintégrer cette catégorie. Ainsi de l'Amour qui après avoir été le théâtre de confrontations larvées mais souvent violentes, tend à devenir un chantier commun à la Chine et à la Russie. Les changements de caractérisation entrent donc dans le domaine du possible si ce n'est de l'inéluctable. Encore faut-il espérer que les évolutions à venir se situent sur un registre positif. En cause, dans l'immédiat et sur le registre de la géopolitique de l'eau, l'avenir du Nil dont les trop faibles débits font l'objet de multiples convoitises : on peut penser à une guerre de l'eau ; on peut également espérer que les efforts de la Banque mondiale pour résoudre ce délicat problème par des investissements techniques aboutiront, tout au moins pour le temps d'une génération. Après ? Il en va des grands fleuves comme de toute chose : leur avenir n'est écrit nulle part. Ils n'en restent pas moins des enjeux à la mesure de leurs dimensions et de leurs potentiels, de sorte qu'ils s'inscrivent dans une partie qui se joue à l'échelle planétaire.

grands fleuves, la partie canadienne, tout en faisant preuve de la plus grande courtoisie, s'était interrogée sur l'existence de grands fleuves à l'échelle de l'Europe et que le doute sur ce point avait été renforcé par l'apparition dans les communications françaises de « grands » fleuves tels que le Rhône, la Loire, la Seine et la Garonne.

Bibliographie succincte

Etudes générales

- Bethemont, J. (2000) : Les grands fleuves entre nature et société, Paris, Armand Colin.
- Lasserre, F. et L. Descroix (2002) : Eaux et territoires, tensions, coopérations et géopolitique de l'eau, Sainte-Foy, Presses de l'Université du Québec.
- De Villiers, M. (1999) : Water, Stoddart, Toronto.
- Gleick, P. (2000) : The World's Water, The Biennial Report on Freshwater Resources 2000-2001, Washington, Island Press.
- Lambert, R. (1996) : Géographie du cycle de l'eau, Toulouse, Presses Universitaires du Mirail.
- Shiklomanov, I.A. et Rodda, J.C. eds (2003) : World Water Resources at the Beginning of the 21st Century, UNESCO et Cambridge University Press, Paris, Cambridge.
- The United Nations World Water Reports (2003) : Water for People, Water for Life, Paris, siège.

Monographies

- Allan, J.A. (2001) : The Middle East Water Question, London, New York, I.B. Tauris.
- Durand-Dastès, F. et Mutin, G. (1995) : Afrique du Nord, Moyen-Orient, Monde Indien, Géographie Universelle, Paris, Belin.
- Howell, P. P. & Allan, J. A. (1995) : The Nile : sharing a scarce resource, Cambridge, Cambridge University Press.
- Larivière, J.P. et Sigwalt P. (1996) : La Chine, Paris, Armand Colin.
- Lasserre, J.C. (1980) : Le Saint Laurent, grande porte de l'Amérique, Montréal, Hurtubise.
- Radvanyi, J. (1995) : La nouvelle Russie, Paris, Armand Colin.

LA GESTION PAR BASSIN VERSANT : du principe écologique à la contrainte politique – le cas du Mékong

Bastien Affeltranger et Frédéric Lasserre, Département de Géographie, Université Laval, Québec,
Courriel : bastienaffeltranger@wanadoo.fr/Frederic.Lasserre@ggr.ulaval.ca

Résumé : Le recours au bassin versant, comme cadre d'intégration des projets hydrauliques et comme unité de gestion territoriale, est un principe du développement soutenable. Sur le bassin du Mékong, gouvernements, agences d'aide et associations non gouvernementales mobilisent cet argument pour justifier leurs revendications. Pourtant, la plupart des acteurs perçoivent comme une contrainte le développement institutionnel qu'implique l'approche par bassin, et sont réticents à soutenir cette démarche. Cet article analyse le décalage entre ces principes, et leur mise en œuvre.

Mots-clés : gestion, bassin versant, Mékong, géopolitique, institutions

Abstract: Basin-wide management for water-related projects and land-use planning is a principle of sustainable development. On the Mekong basin, governments, aid agencies and non-governmental organisations rely on this principle to justify their claims. Yet, most stakeholders see basin-scale institutional development as a constraint, and are not willing to support it. This paper analyses the reasons to this reluctance.

Keywords : basin administration, Mekong, geopolitics, institutions

Introduction

Le partage de la ressource en eau est un facteur essentiel de la géopolitique du bassin du Mékong (Bakker, 1999). Entre compétition économique et influence politique, la gestion de l'eau (prélèvements ; infrastructures hydrauliques) cristallise la tension permanente existant entre les États riverains - et plus généralement entre les différents acteurs du bassin. L'enjeu est ici, pour les différents groupes d'usagers de la ressource, de garantir qu'un volume suffisant d'eau demeure disponible pour leurs activités.

Récemment le Gouvernement du Vietnam - pays le plus en aval du fleuve - exprimait à nouveau son inquiétude quant au risque de voir les projets hydroélectriques, développés ou prévus en amont, réduire le débit au point de menacer l'irrigation du riz dans le delta. Le Vietnam mobilisait comme argument la nécessité de gérer la ressource en tenant compte de l'ensemble des usagers du bassin. Le Cambodge, quant à lui, maintient depuis de nombreuses années un discours de défense des écosystèmes et des communautés locales : le lac *Tonle Sap* est régénéré par le cycle des crues et décrues du Mékong. La Thaïlande, pour sa part, n'a cessé de revendiquer un droit à prélever de l'eau du Mékong, afin notamment d'irriguer le plateau du *Korat*, pauvre et aride, mais potentiel important en termes de développement agricole. Sans doute le pays le plus pauvre du bassin, le Laos a misé une part importante de son développement économique sur l'exploitation de ses ressources naturelles : eau et forêts. Malgré l'impact écologique et social des grands barrages, la ligne des autorités laotiennes demeure la même : le développement des infrastructures hydroélectriques. Enfin, la

Province du Yunnan (Chine) poursuit la construction d'une série de barrages ("cascade") sur le cours principal du Mékong. Pour le sud-ouest de la Chine, le Mékong constitue un double enjeu. D'une part, il s'agit de garantir au Yunnan un approvisionnement en eau nécessaire au développement de l'économie. D'autre part, il s'agit de fournir aux provinces limitrophes - notamment côtières - l'énergie nécessaire à l'essor de leur activités industrielles et des zones urbaines. Au Yunnan, la partie médiane du fleuve souffre déjà d'une dégradation environnementale importante (Hopkins Leisher, 2000). Pour les autorités provinciales et locales, l'objectif premier est de recevoir les taxes générées par la production d'hydroélectricité (Liu, 2001).

Plus récemment, les gouvernements du sous-bassin du Bas-Mékong (Cambodge, Laos, Thaïlande et Vietnam) ont indiqué leur intention de déplacer au Laos, en juin 2004, le Secrétariat de la *Mekong River Commission* (MRC, 2003). Cette instance technique, qui a pris plusieurs dénominations depuis la création du Mekong Committee en 1957, s'est d'abord établie à Bangkok (Thaïlande), puis à Phnom Penh (Cambodge) à partir de 1995. La décision de déplacer le Secrétariat est présentée comme un moyen, pour chaque pays, de *s'approprier* la problématique de gestion durable du bassin, et de bénéficier de la dynamique institutionnelle générée par les activités de la Mekong River Commission.

Ces différents intervenants de l'hydropolitique régionale - et l'on s'intéressera plus loin aux acteurs non-étatiques - développent des discours de justification de leur prélèvement ou valorisation de la ressource. Le principe de "droit" à l'eau est au cœur de leur

argumentation. L'inscription des territoires nationaux dans l'aire du bassin versant constitue une ressource légitimant l'accès à la ressource en eau. Pour autant, les différents gouvernements ne cessent de remettre en cause la légitimité de leurs interlocuteurs à bénéficier du partage de la ressource. L'intégration des différents usages dans le partage du bassin ne se traduit donc pas par une gestion concertée entre les différents usagers. Ainsi, c'est cette contradiction, et l'usage variable qu'il est fait du concept de gestion par bassin, qu'il est intéressant d'étudier ici.

Le recours au bassin versant comme unité de gestion territoriale est un principe du développement durable. En intégrant les activités humaines (prélèvements; aménagements hydrauliques) aux rythmes hydrologiques, il s'agit de préserver durablement les milieux. Cet article propose d'explicitier l'écart entre ce principe, les discours qu'il alimente, et la réalité observée sur le terrain.

Le bassin du Mékong est un terrain d'étude de la mise en œuvre de ce principe. Gouvernements et organismes internationaux font de la gestion à l'échelle du bassin un principe de leur politique d'aide, ce qu'illustre le cas de la *Mekong River Commission (MRC)*. Les pays situés en aval, confrontés à des prélèvements en amont, mobilisent cet argument pour revendiquer un accès équitable à la ressource en eau. Les associations environnementales ou de développement proposent l'approche par bassin pour défendre écosystèmes et communautés locales. Enfin, certains investisseurs institutionnels, comme la *Banque Asiatique de Développement*, inscrivent l'intégrité du bassin comme « caution environnementale » de leurs discours promotionnels.

Définie comme *échelle* de gestion spatiale, l'approche par bassin est toutefois perçue comme un modèle de développement imposé. La Chine paraît ainsi défendre sa souveraineté à travers un libre choix d'aménagement. Proposée comme *principe* de coordination, cette approche implique un développement institutionnel (agence de bassin) qui bride la prise de décision. La Thaïlande refuse ainsi en 1995 que les pays de la *MRC* disposent d'un droit de veto, pourtant demandé par le Vietnam. Enfin, les *mécanismes* de coordination des aménagements exposent les investisseurs à des exigences de transparence et à un contrôle social accru de leurs actions, soulevant ainsi des réticences supplémentaires.

L'intérêt de l'article réside principalement dans deux points. D'une part, on analyse la façon dont le concept de bassin versant a été importé, perçu, approprié et instrumentalisé par les acteurs du bassin du Mékong. D'autre part, on étudie la dialectique entre la mise en place de la collaboration, principe intrinsèque de la gestion par bassin, et la poursuite des intérêts nationaux. Confrontée à ce décalage entre principe et réalité, et à ces tendances contradictoires, la *MRC* est-elle une institution appropriée pour concilier les représentations divergentes et les ambitions régionales des acteurs ? Afin d'apporter ici des éléments de réponse, le texte accorde une place importante à l'étude détaillée de la situation sur le bassin du Mékong.

Le bassin versant : entre échelle de gestion et « impérialisme écologique »

Au niveau international, la gestion des ressources en eau à l'échelle du bassin versant a progressivement acquis le statut de principe du développement durable. Pourtant, ce paradigme ne fait pas l'unanimité dans la communauté scientifique.

La gestion par bassin : un principe du développement durable

En janvier 1992, Dublin (Irlande) accueillait la *Conférence Internationale sur l'Eau et l'Environnement*¹; en juin de la même année, c'est à Rio de Janeiro (Brésil) que se déroulait la *Conférence des Nations Unies pour l'Environnement et le Développement*. Ces événements constituent deux étapes majeures de l'évolution de la gestion des ressources en eau, dans la mesure où les déclarations finales de ces rassemblements confirment le lien entre le développement durable et la gestion de l'eau.

Le Chapitre 18 d'*Agenda 21*² explicite les principes de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (*Integrated Water Resources Management, IWRM*) (AIT, 2003) :

- L'eau est une ressource limitée et vulnérable : Une approche holistique (systémique) et institutionnelle est nécessaire, qui prend en compte la dynamique amont-aval des bassins versants.
- Une approche participative est nécessaire : Sur la base d'un principe de subsidiarité, la participation des usagers à la prise de décision doit être effective, dans le but d'atteindre un consensus.
- Les femmes doivent jouer un rôle-clef dans la gestion de l'eau
- L'eau est un bien économique : En cas de compétition pour la ressource, le prix détermine les conditions d'accès à l'eau. L'approvisionnement en eau doit être rentabilisé.

A l'heure actuelle, ces principes demeurent la principale référence des gestionnaires et des décideurs en matière de gestion de l'eau (Larsen et al., 2001). Toutefois, on conserve ici une lecture critique de ces propos dans la mesure où demeure souvent grande la distance entre le discours, les principes et la mise en œuvre de ceux-ci.

¹ Lire la déclaration finale sur <http://www.wmo.ch/web/homs/documents/english/icwedece.html>

² L'Agenda 21, établi dans le cadre de la Conférence de Rio, propose un inventaire des objectifs allant dans le sens d'un développement socio-économique plus durable

La gestion de la ressource en eau s'inscrit dans ces considérations environnementales à travers le développement d'un corpus de principes, de méthodes et d'outils visant à la durabilité ou soutenabilité (*sustainability*) des hydrosystèmes. L'enjeu est le suivant : "*the right to development must be fulfilled so as to equitably meet developmental and environmental needs of present and future generations*" (Rio, 1992, Principe no. 3). En ce sens, la gestion de la ressource dépasse les aspects techniques, pour intégrer d'autres dimensions : économique, écologique et environnementale, institutionnelle et sociale, gestion des risques et de l'incertitude, équité sociale et transfert de technologies (Loucks et Gladwell, 1999). Parce que la ressource établit un lien, parfois concurrentiel ou conflictuel, entre des usages divers et différents usagers, le concept d'*arbitrage* est donc au cœur de la gestion durable de la ressource en eau. L'approche par bassin versant constitue une interface entre les principes scientifiques de la « soutenabilité » (Schmandt, 2003) et le processus politique de prise de décision dans le partage des ressources (Loucks, 2000). L'enjeu est ici reconstruction des espaces de gouvernance, afin d'accorder l'échelle spatiale de gestion des ressources avec l'échelle politique des niveaux de gouvernement (Bridge and Jonas, 2002). Cette redistribution des relations sociales de pouvoir constitue l'essence même d'une approche de gestion intégrée par bassin.

A ce titre, le monde de la recherche et de la politique connaissent un intérêt croissant pour les aspects institutionnels de la gestion de l'eau. On note ainsi, principalement dans les pays industrialisés, la montée en puissance de nouveaux paradigmes. Ainsi la gestion technique de l'offre en eau, longtemps prioritaire, développe progressivement une compétence d'administration socio-politique de la demande (Gleick, 2000). Par exemple, cette approche permet de mieux comprendre les situations de pénurie d'eau (Ohlsson et Turton, 2000). Ainsi, la ressource naturelle manque-t-elle de manière absolue, ou bien est-ce le capital social qui fait défaut, ne permettant pas le partage efficace ou efficient de l'eau ? Plus généralement, l'approche institutionnelle recherche des solutions concertées de partage et de gestion de la ressource, dans le sens d'une optimisation de l'efficacité économique de ses usages et de l'équité de sa répartition³.

Les prises de position de Dublin et de Rio ont un double impact, politique et opérationnel. Sur le plan politique, les principes de Dublin et de Rio contribuent à l'évolution des paradigmes en gestion de l'eau et fournissent des ressources théoriques permettant aux acteurs (et aux activistes) de l'écologie politique

³ Voir notamment Ostrom, E. 1990. *Governing the commons: the evolution of institutions for collective action*. Cambridge: Cambridge University Press. ; Ostrom, E., L. Schroeder, and S. Wynne. 1993. *Institutional incentives and sustainable development: infrastructure policies in perspective*. Boulder: Westview Press. Ostrom, E., R. Gardner, and J. Walker. 1994. *Rules, games and common-pool Resources*. Chicago: University of Michigan Press. On remercie B. Meinier, Doctorant en Géographie, Université Laval, pour ces références.

de renforcer l'argumentation de leurs discours. Sur le plan opérationnel, ces principes viennent compléter (et complexifier) la grille de lecture des décideurs et des opérateurs en matière de gestion de l'eau. La nature multidimensionnelle de la décision s'en trouve renforcée, tout comme le besoin de faire appel à plusieurs disciplines ou savoir-faire (hydraulique et géologie, biologie et écologie, aménagement et géographie, sociologie et sciences politiques).

Enfin, la prise de décision sur les bassins internationaux est également rendue plus difficile par une demande sociale croissante de transparence sur l'impact environnemental des projets publics et privés. Cette exigence renouvelée s'appuie aussi sur les termes de la Convention d'Aarhus, sur l'accès à l'information et à la justice dans les dossiers environnementaux⁴.

Le bassin comme échelle de gestion : pour ou contre ?

Le bassin versant est « *une entité topographique et hydrographique dans laquelle se produisent des entrées d'eau sous forme de précipitations (...) accommodées par un système de pentes et de drains naturels en direction d'un exutoire unique* » (Bravard et Petit, 2000). La définition même du bassin versant pose une question fondamentale. S'intéresse-t-on exclusivement à l'écoulement de surface (*superficiel*), auquel cas on ne considère que le réseau hydrographique apparent ; ou bien, intègre-t-on l'écoulement interstitiel, qui s'opère dans les sols, auquel cas on étend *l'aire contributive* à l'ensemble des versants concernés. A cette question, différentes réponses continuent d'être apportées. Cette précision est fondamentale, dans la mesure où le mode de détermination du bassin constituera *in fine* une justification scientifique permettant à des acteurs politiques d'argumenter leurs revendications territoriales d'accès à l'eau ou de partage de la ressource.

Le choix du bassin versant comme unité de gestion de la ressource en eau pose immédiatement un problème de taille, dans la mesure où la prise de décision quitte le cadre exclusif de l'hydrologie ou de l'hydraulique, pour concerner l'ensemble des disciplines mobilisées dans les problématiques d'aménagement. En effet, toute décision relative à l'eau comporte une dimension spatiale : écologique (quantité et qualité de la ressource allouée aux écosystèmes), aménagement (construction d'infrastructures), sociale et politique (nature et localisation des différentes catégories d'usagers). A de rares exceptions près (bassin versant inhabité), la gestion de l'eau implique donc systématiquement des choix en termes de gestion du *territoire*, celui-ci étant considéré ici comme un espace *approprié* à travers des activités humaines.

D'inspiration holiste, la gestion intégrée par bassin versant vise à la prise en compte des différents usages de la ressource, afin de parvenir à la satisfaction de tous les usagers. Cette approche

⁴ "Convention on access to information, public participation in decision-making and access to justice in environmental matters", Aarhus, Denmark, 25 June 1998, <http://www.unece.org/env/pp/>

cherche également à prendre en compte les quantités d'eau nécessaires au maintien des écosystèmes. L'objectif est de veiller à ce que les activités ayant un impact sur la ressource (prélèvements, effluents, pollution) n'altèrent pas de manière irréversible les équilibres écologiques existants. L'approche par bassin n'est pas nouvelle, et comporte également une dimension politique. Le concept repose ainsi sur la participation des citoyens et des autres intervenants du milieu pour qu'ils décident ensemble de ce qu'il doit être fait en matière de gestion de l'eau sur leur territoire (RESEAU, 2002). Pour l'Organisation de Coopération et de Développement Économique (OCDE), l'approche par bassin contribue à une gestion efficace de la ressource en eau, à travers une amélioration de la *cohérence* de la prise de décision (OCDE, 2003).

Toutefois, cette approche participative apparaît d'emblée comme problématique, pour au moins trois raisons :

D'abord, le contexte socio-politique peut la rendre irréalisable. Dans un domaine particulier de la gestion de l'eau (risque inondation et systèmes d'alerte), il apparaît ainsi que les systèmes politiques des pays du bassin du Mékong sont peu disposés à réorganiser l'action publique en y intégrant des mécanismes de décision participative (Affeltranger, 2002). Également, c'est la culture politique même des acteurs locaux (communautés, agents économiques) qui n'est pas *adaptée* à la participation à la prise de décision. De plus, certaines analyses relativisent ou réfutent le recours au bassin versant comme échelle de gestion de la ressource en eau.

Ensuite, l'approche par bassin repose souvent sur le principe implicite d'une unité de l'espace considéré. Cette considération aboutit à une double impasse. D'une part, l'espace physique est par définition varié (topographie, ruissellement). D'autre part, l'unité de la communauté humaine du bassin est une utopie : l'espace en question est aussi et surtout un espace de vie approprié par différents groupes. Cette diversité se traduit notamment par les multiples limites physiques et symboliques qui structurent l'espace physique : frontières nationales, juridictions administratives, terres communautaires. Ces limites, officielles ou perçues, structurent l'espace vécu et peuvent différer d'un acteur à l'autre (Pruvost Giron, 2000). La nature *territoriale* du bassin versant condamne à l'échec toute approche trop uniforme ou trop rigide sur le plan institutionnel.

Enfin, la nature géopolitique de la ressource en eau permet d'apprécier comment cette diversité complexifie une gestion de l'eau à l'échelle du bassin. Les agents économiques inscrivent les facteurs naturels (données de l'espace géophysique et humain) dans leurs projets de profit. Ces facteurs deviennent des *ressources*. Ensuite, l'appropriation ou le contrôle de ces ressources déclenche ou intègre des logiques de compétition ou de concurrence. Les ressources deviennent alors des *enjeux*, eux-mêmes objets de relations de pouvoir, de rivalités et de discours. Ce processus d'appropriation établit le passage de la géographie physique à la géopolitique en matière de gestion du bassin

versant. En d'autres termes, les agents économiques *politisent* le territoire à travers la spatialisation de leurs projets, participant de ce fait à la construction de la dimension sociale et politique des facteurs naturels⁵. Cela étant, c'est bien la compréhension de ces multiples enjeux, par les médiateurs et négociateurs, qui peut permettre une gestion concertée de la ressource (Elhance, 2000).

La gestion par bassin illustre ainsi la difficulté d'une adéquation entre deux types de réalités : l'espace physique et l'espace social et politique. Bien souvent, la recherche d'une solution à l'échelle du bassin n'apparaît ni réaliste à court terme, ni économiquement pertinente, et ce plus particulièrement dans le cas des bassins internationaux (Waterbury, 1997). L'approche par sous-bassins est alors préférable (Fischhendler, 2003). En tout état de cause, la mise en place d'une solution institutionnelle à la gestion des bassins internationaux, lorsqu'elle aboutit, est le fruit d'un effort de longue haleine - souvent plusieurs décennies (Larsen, 2001). La question de l'échelle (niveau territorial, subsidiarité) est au cœur de la prise de décision (Kux, 1994). Enfin, il s'agit d'un processus souvent conflictuel et non linéaire, comme dans le cas de l'accord ayant donné naissance à la *Mekong River Commission* (Browder, 2000).

La gestion par bassin et l'aide au développement

La gestion de l'eau à l'échelle du bassin a été progressivement prise en compte par les acteurs de l'aide au développement. Ceux-ci tendent à faire de ce principe une condition de leur soutien, mais des exceptions notables demeurent.

La dimension politique de l'aide au développement

Après la fin de la Guerre Froide, et à la lumière d'échecs visibles de programmes de développement (par exemple, soutien de la Banque Mondiale à la politique brésilienne des fronts pionniers dans le bassin de l'Amazone), de nouveaux paradigmes ont été développés pour déterminer les stratégies d'aide aux pays les plus pauvres.

À l'heure actuelle, les politiques d'aide au développement semblent plus conditionnelles que jamais. Un principe majeur mobilisé par les organismes d'aide dans leurs discours est la « bonne gouvernance » (*good governance*). Les termes en sont plus que politiques : au-delà de la demande d'un processus électoral démocratique et ouvert, ce principe s'attache à la transparence des institutions (degré de corruption) et - dans une certaine mesure - aux Droits de l'Homme. Surtout, c'est la question de la place de l'État dans la conduite de la société qui est posée. Le partage du pouvoir décisionnel penche ici dans le sens d'une plus grande dévolution de fonctions publiques vers le

⁵ Sur la géopolitique des ressources en eau, voir Lasserre, F. et Descroix, L., 2002, "Eaux et territoires. Tensions, coopérations et géopolitique de l'eau", Québec : Presses de l'Université du Québec, 478 p.

secteur privé et le marché. Ces attentes des institutions financières internationales sont perceptibles notamment dans l'usage accru que ces instances font des notations (*ratings*) de risque-pays. Longtemps limitées à des calculs financiers et macroéconomique (solvabilité, en-cours bancaires, taux couverture en fonds propres, réserves de change), ces notations intègrent un nombre croissant de facteurs socio-politiques et institutionnels (Linder and Santiso, 2002).

Une conférence internationale organisée en 2000⁶ précisait les termes de cette approche : "*The effects of globalisation have created a new paradigm for doing business in developing countries; this paradigm is largely defined by corporate social responsibility, ethical investment, fair trade, environmental considerations, cultural differences and human rights*".

Le soutien économique (financier, accords commerciaux) et technique (soutien matériel, appui scientifique) apporté aux pays en développement comporte également une dimension culturelle (diffusion de représentations relatives à un modèle de société) et politique (représentations relatives à un modèle de gouvernement). L'aide au développement peut donc dans une certaine mesure être considéré comme le vecteur d'une homogénéisation du système-monde.

L'aide internationale introduit dans le fonctionnement social de nouveaux acteurs et de nouvelles valeurs. En cela, l'aide *décloisonne* les groupes sociaux traditionnels, dont elle favorise l'interaction, le cas échéant. En ce sens, le soutien au développement contribue à une réorganisation des systèmes sociaux, à travers notamment une modification des valeurs, des principes et des pratiques de gestion des ressources naturelles et des territoires. La diffusion des concepts du développement durable participe à cette dynamique. Il existe toutefois des exceptions notables. Ainsi, la Banque Asiatique de Développement et la Banque Mondiale soutiennent - ou ont soutenu - en Asie des projets hydrauliques et hydroélectriques qui font peu de cas des impacts négatifs à l'échelle du bassin versant⁷.

Exporter le développement durable : un « impérialisme écologique » ?

La notion d'impérialisme « écologiste » décrit la diffusion normative des principes environnementaux de développement durable à travers l'aide au développement socio-économique - le cas échéant comme *condition* de cette même aide. Ce concept doit être distingué de l'impérialisme « écologique », qui consiste en l'introduction non contrôlée d'espèces vivantes étrangères dans

⁶ "*Human Rights, GlobalBusiness and Development Policy*", Bruxelles, Belgique, 21 novembre 2000

⁷ Lire notamment, à propos du Mékong ou la Salouen, le magazine *Watershed*, édité par l'association thaïlandaise TERRA (Bangkok). Ce magazine se veut un "forum populaire et écologique"

les écosystèmes des pays colonisées, à l'époque de l'expansion des activités économiques des puissances coloniales (Curtin, 1997).

Des économistes et des écologistes de pays en développement soutiennent que les négociations sur l'environnement sont presque exclusivement impulsées par les Etats du Nord, et que le monde industrialisé exercerait ainsi un nouveau genre de suprématie : l'« impérialisme vert » (Sidhva, 2001). Sans pour autant remettre en cause le bien-fondé scientifique de certaines démarches (réduction des émissions de chlorofluorocarbones, CFC, ou de gaz à effet de serre), la particularité de cette approche est d'analyser la portée *instrumentale* des discours écologiques, ou écologistes, développés par nombre de pays occidentaux et d'organisations internationales. Ainsi, le renforcement des exigences « environnementales » sur la production (produits industriels et agricoles) et les services (transports, tourisme) des pays en développement, constituant autant de barrières non-tarifaires et de freins à l'exportation vers les marchés des pays développés. Le discours occidental pro-environnement procède donc, dans une certaine mesure, d'une attitude protectionniste.

Le développement durable : un paradigme adapté aux pays du Mékong ?

A ce jour, le concept de développement durable ne s'est encore laissé épuiser par aucune définition, et de vives controverses subsistent à ce sujet. On peut cependant identifier au moins trois dimensions qui recueillent un certain consensus, lorsqu'il s'agit de cerner les termes du développement durable. D'abord, un principe philosophique de partage trans-générationnel des ressources naturelles et de préservation des écosystèmes et des espèces vivantes. Ensuite, un principe éthique d'équité sociale dans l'accès à ces ressources et aux bénéfices issus de celles-ci. Enfin, un principe politique de participation des acteurs à la prise de décision et à la conduite de la société. A travers le principe de *partage* qui l'anime, et du fait des mécanismes institutionnels qu'elle développe, l'approche par bassin implique une prise en compte de ces différentes dimensions. Dans quelle mesure ces principes constituent-ils un paradigme adapté à la situation actuelle des pays du Mékong ? La Chine (Yunnan) et la Thaïlande offrent deux illustrations intéressantes.

D'une part, la protection de l'environnement ne constitue pas un objectif des politiques publiques, et laisse la place à un pragmatisme de mise en valeur immédiate des ressources naturelles (Boxer, 1999). Sur ce plan, les réformes économiques introduites en Chine à la fin des années 1970 par l'équipe de Deng Xiaoping s'inscrivent dans la suite de la vision maoïste de maîtrise de la nature au profit d'un projet de société. La demande de la société chinoise en biens de consommation, associée au déclin progressif de l'idéologie comme une source de légitimité des décideurs politiques, a établi la croissance et l'élévation du niveau de vie comme critère d'évaluation (et de sanction) du gouvernement chinois. Un accord tacite s'est progressivement établi, qui voit le gouvernement central accroître la marge de

manœuvre économique (fiscalité ; (non)application de la législation) des niveaux subalternes de gouvernement - en échange du contrôle de la paix et des revendications sociales. La capacité coercitive de l'Etat semble diminuer (Tanner, 2001), notamment en matière de gestion de l'eau (Economy, 1997 ; Schwartz, 2001), au profit des autorités locales (Beach, 2001 ; Skinner, 2003). Cette évolution peut toutefois traduire une phase de réorganisation de la puissance publique. En tout état de cause, l'heure n'est pas au renforcement des contraintes environnementales, perçues comme pouvant déclencher ou aggraver le mécontentement social.

D'autre part, l'existence d'une ressource naturelle internationale constitue pour les gouvernements nationaux un avantage politique qu'il s'agit de ne pas négliger. Le recours à un fleuve international pour l'approvisionnement en eau permet en effet d'éviter de recourir à des ressources nationales. La

Thaïlande connaît une pénurie d'eau chronique, qui perturbe ses activités productives (hydroélectricité, agriculture, industrie, tourisme) et urbaines (coupures d'eau, subsidence). Considérant comme un risque politique toute réduction de la demande, les autorités thaïlandaises cherchent à développer l'offre. Les options sont limitées (Affeltranger, 2004) : la construction de nouveaux barrages n'est plus rentable, ni acceptable politiquement (mouvements environnementaux) ; la tarification de la ressource en eau se heurte à une vive résistance en milieu rural ; la gestion participative de l'eau n'est pas développée par les autorités. Prélever l'eau du Mékong permet donc au pouvoir thaïlandais de *déterritorialiser* son approvisionnement⁸, et ainsi d'évacuer une partie de la pression politique qu'impliquerait une solution nationale.

Ces deux exemples montrent comment les pays riverains d'un même fleuve ont intérêt à limiter la portée d'accords internationaux de gestion de la ressource à l'échelle du bassin. Cette stratégie peut se traduire par une attitude de retrait (non-engagement chinois dans les processus institutionnels) ou de blocage de toute disposition contraignante (refus thaïlandais à la demande vietnamienne d'un droit de veto des travaux conduits sur le cours principal du Mékong ou sur ses affluents majeurs).

Le Mékong offre une illustration intéressante des multiples logiques à l'oeuvre pour la gestion et la mise en valeur des ressources en eau. Ce bassin versant permet notamment d'apprécier le décalage entre les principes de gestion par bassin, et leur mise en oeuvre.

Le bassin du Mékong

Une prise de décision collective est-elle possible sur le Mékong, qui permette effectivement de gérer la ressource en eau à l'échelle

⁸ Sur l'internationalisation de l'approvisionnement en eau pour des raisons de politique nationale, lire notamment Lasserre et Descroix (2002), op. cit., p. 54-56

du bassin et de répondre aux attentes des différentes catégories d'utilisateurs ? L'analyse des développements institutionnels et des discours des acteurs sur ce bassin (voir Carte 1) apportent ici un éclairage.

Description du bassin

<i>Pays</i>	<i>Surface de bassin⁹ (km²)</i>	<i>Part de bassin (%)</i>
RDP Laos	198 400	25,42
Thaïlande	194 100	24,87
Chine (Province du Yunnan)	168 400	21,58
Cambodge	157 000	20,11
Vietnam	35 000	4,49
Birmanie (Myanmar)	27 500	3,53

Tableau 1. Partage géographique du bassin du Mékong (d'après Wolf et al., 1999)

Tel que décrit dans le tableau 1, le bassin est partagé entre six pays. Le débit du Mékong connaît de fortes variations saisonnières et inter-annuelles. Le débit de crue peut atteindre un maximum de 60 000 m³/s., et l'étiage est d'environ 1 000 - 1 500 m³/s. ; le ratio max/min est de 50:1 (Bogardi, 1997). Avec une moyenne annuelle de 2 600 mm, les précipitations affichent également des disparités importantes : de 1 000-1 200 mm/an (plateau du Korat, Nord-Est de la Thaïlande) à 4 000 mm/an, en fonction du relief et de l'exposition. L'évapotranspiration confère au bassin un caractère sub-humide à humide.

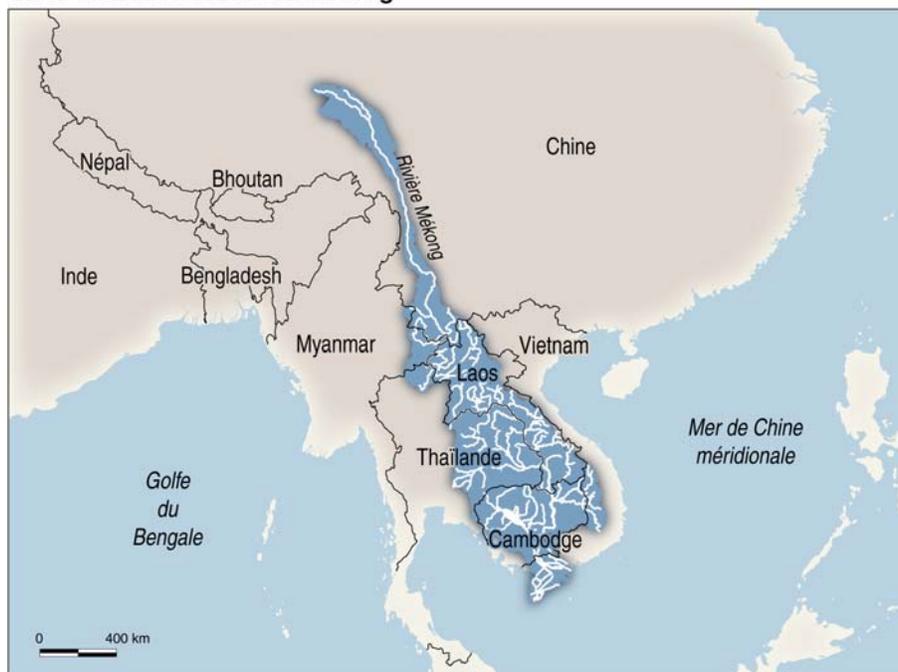
Les inondations constituent un phénomène récurrent dans plusieurs pays (Cambodge, Vietnam), avec des caractéristiques torrentielles sur certains affluents du Mékong. Sur le cours principal, des rapides et des chutes rendent difficile la navigation.

L'observation des conditions socio-économiques en vigueur sur le bassin invite à identifier trois caractéristiques majeures. Premièrement, au niveau démographique et économique, il existe de grandes disparités entre les différents pays¹⁰ (Tableau 2)

⁹ Wolf et al. précisaient en 1999 que les différends frontaliers entre certains pays (Cambodge et Thaïlande ; Laos et Thaïlande) maintenaient une incertitude dans le calcul des parts nationales du territoire du bassin

¹⁰ Source : d'après *World Factbook*, CIA, <http://www.cia.gov/cia/publications/factbook/>

Carte 1. Bassin versant du Mékong



Réalisation : Laboratoire de cartographie, Département de géographie, Université Laval.

Deuxièmement, les régimes politiques des pays riverains ont en commun d'être des gouvernements de nature autoritaire (Chine, Vietnam) ou quasi-militaire (Laos, Birmanie). Le cas échéant, la démocratie et le multipartisme se développent dans un contexte encore difficile (Thaïlande) ou à la régularité électorale douteuse (Cambodge). Cette remarque est importante, dans la mesure où ces caractéristiques constituent le cadre social et politique à travers lequel doit être analysée toute tentative de développement institutionnelle à l'échelle de bassin, ou de gestion participative de la ressource en eau.

Troisièmement, le bassin du Mékong constitue un territoire où coexistent une multitude d'activités et d'enjeux, directement ou indirectement reliés à la gestion de la ressource en eau (Affeltranger, 2003) : pêche, irrigation, industrie minière, tourisme, besoins industriels et domestiques.

Cette diversité des activités sociales et économiques développées sur le territoire du bassin implique la cohabitation d'une grande variété d'acteurs publics et privés. La question de la gestion de l'eau à l'échelle du bassin croise donc la gouvernance des sociétés qui y cohabitent, et l'articulation de différents objectifs et niveaux de gouvernement pour la prise de décision. Cette question d'une gouvernance *environnementale* se pose à l'échelle du bassin (Dore, 2001), ou de parties de celui-ci, comme par exemple dans le delta (Le, 2002).

Historique de la coopération sur le bassin

L'histoire de la coopération entre les pays du bassin du Mékong n'est pas un long fleuve tranquille. La genèse des différents accords établissant les conditions de partage de la ressource en eau, reflète les temps forts et les équilibres des relations internationales de la région et du monde (Hirsch et Cheong, 1996). On rappelle ici brièvement les différentes étapes de la coopération régionale ayant le fleuve pour objet - et surtout pour enjeu.

La fin de la Deuxième Guerre Mondiale voit jeter les bases d'une nouvelle société des nations, qui prend la forme de l'Organisation des Nations Unies (ONU). En Asie et dans le Pacifique, une Commission Economique et Sociale (UN-ESCAP) est chargée de l'aide aux pays pour la reconstruction et le développement. La présence américaine est forte. Inspirée notamment par l'initiative rooseveltienne de la Tennessee Valley Authority (TVA) dans l'entre-deux guerres, l'ESCAP voit dans les grands bassins internationaux l'avenir du développement économique des nations. Le potentiel hydraulique est perçu comme la clef du développement agricole (irrigation) et industriel (hydroélectricité). Après être parvenu à convaincre les gouvernements concernés, les Nations-Unies établissent le Comité du Mékong (*Mekong Committee*). Le mandat du Comité est de piloter les études techniques de mise en valeur du bassin. Les pays membres sont la Thaïlande, qui héberge le Secrétariat du Comité, le Laos, le Cambodge et le Vietnam. La Chine est tenue écartée du processus.

<i>Pays</i>	<i>Population, en millions d'hab. (Année ; taux de croissance)</i>	<i>Produit National Brut Par habitant (en US\$)</i>
Vietnam	81,1 (2002 ; +1,43%)	2 072 (2001 ; +5%)
Thaïlande	62,3 (2002 ; +0,88%)	6 581 (2001 ; +1%)
Yunnan (Rep. Pop. Chine)	42,4 (2000 ; +1,2%)	554 (2001 ; +2%)
Birmanie	42,2 (2002 ; +0,56%)	1 492 (2001 ; +2%)
Cambodge	12,8 (2002 ; +2,24%)	1 460 (2001 ; +5%)
Laos	5,8 (2002 ; +2,47%)	1 586 (2001 ; 5%)

Tableau 2. Disparités démographique et économique dans les pays partageant le bassin versant du Mékong.

A travers le choix des modalités de son cadre institutionnel, la gestion technique des ressources hydrauliques du bassin rejoint ici les objectifs politiques de la doctrine du *containment* anti-communiste (Radosевич and Olson, 1999). Cette approche instrumentale demeure d'actualité pour la MRC : « *US involvement in the Mekong River Commission activities is an opportunity for proactive diplomacy and larger foreign policy goals* » (Jacobs, 1998).

Malgré la réalisation d'études techniques, le *Comité du Mékong* ne pilote la construction d'aucune infrastructure hydraulique majeure sur le bassin. La dégradation de l'environnement politique régional, reflet de la dynamique internationale bipolaire, sera un frein aux activités du Comité.

1975 constitue une année-clef : le Vietnam est réuni ; le Laos devient République Populaire ; les Khmers Rouges prennent le pouvoir à Phnom Penh (Cambodge). Le Comité du Mékong fonctionnera à Bangkok sous forme de *Comité Interim*, d'abord avec le Laos et le Vietnam, puis pendant quelques temps sans activité réelle. Également, le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) retire son soutien financier au Comité, qui est contraint à une adaptation institutionnelle. Celle-ci sera un long et conflictuel cheminement, qui durera près de dix ans (1978-1987).

Au cours de la période suivante (1988-1994), plusieurs facteurs vont être déterminants pour l'évolution institutionnelle de la gestion des ressources en eau sur le Bas-Mékong. Trois défis constituent autant d'enjeux de réforme pour le Comité (interim) du Mékong.

D'abord, la montée en puissance des problématiques environnementales. Les gouvernements donateurs - pressés le cas échéant par leurs opinions publiques nationales - intègrent l'étude de l'impact sur les systèmes écologiques et sociaux aux principes d'évaluation des projets qu'ils soutiennent. Cela se traduira par une évolution des activités du Comité du Mékong, vers une approche plus systémique de la gestion du sous-bassin.

Ensuite, la réintégration du Cambodge à la communauté régionale constitue une opportunité d'engagement opérationnel et de visibilité pour le Comité du Mékong. Le Comité appuie les

pays membres dans le cadre du rapatriement au Cambodge d'environ 370 000 réfugiés. Le pays participe à quelques activités du Comité, et sa réintégration est progressivement envisagée.

Enfin, c'est le « défi chinois » d'ouverture à l'économie de marché qui constitue un troisième facteur déterminant de la réforme institutionnelle du Comité du Mékong. Cette ouverture a deux conséquences majeures. D'une part, le partage d'intérêts économiques (allégés de certaines pesanteurs idéologiques) conduit les pays du Mékong à se rapprocher. Le Yunnan constitue à ce titre un espace-frontière, un pont territorial entre la Chine et les pays de l'ancienne Indochine. En 1992, cette dynamique d'intégration économique régionale est confirmée par le lancement, par l'ADB, de l'initiative de *Greater Mekong Subregion*. Ce projet est révélateur de l'entrée en jeu de nouveaux acteurs sur le territoire du Mékong : banques privées et institutions financières internationales. D'autre part, le Yunnan est également appelé à devenir une plate-forme commerciale stratégique dans les relations entre la Chine et l'ASEAN (Lam, 2002). Les ressources du Mékong sont cruciales pour le développement socio-économique de la province (Hirsch et Cheong, 1996).

Cette période s'achève par la signature, en avril 1995, de l'accord donnant naissance à la *Mekong River Commission* (MRC). Les pays membres sont la Thaïlande, le Laos, le Cambodge et le Vietnam. La création de la MRC conduit les observateurs extérieurs à reconnaître la volonté des pays à coopérer malgré leurs divergences historiques (Jacobs, 1995), certains parlant même avec candeur d'un "*Mekong spirit*" (Nakayama, 2000) et souhaitant que celui-ci fasse école sur d'autres bassins internationaux.

La Birmanie et la Chine (Yunnan) disposeront plus tard d'un statut d'observateur auprès de la MRC. La participation du Yunnan à d'éventuels débats est compliquée par le fait que la province dispose en tout temps de la possibilité de se retirer de la discussion en arguant de sa subordination aux décisions du gouvernement central (Makkonen, 2002). L'organe de fonctionnement de la Commission, le Secrétariat, est établi à Phnom Penh (Cambodge). Les objectifs de la MRC demeurent inchangés par rapport à ceux du Comité du Mékong, mais un accent particulier est mis sur le développement durable du bassin

versant. On verra plus loin que la mise en place de la MRC a donné lieu à de vives tensions entre les futurs pays membres.

Le Mékong comme ressource : autant de significations que d'acteurs ?

Opérant une analyse spatiale des phénomènes politiques, la géopolitique « *rend compte des enjeux de pouvoir sur des territoires, et sur les images que les hommes s'en construisent* »¹. Ces rivalités sont analysées à différentes échelles : planétaire, continentale, nationale, régionale ou locale. Trois raisons conduisent à considérer le bassin du Mékong comme une ressource géopolitique plurielle.

D'abord, la ressource en eau est un enjeu du développement agricole (irrigation), industriel (hydroélectricité) ou urbain (approvisionnement). L'hydroélectricité est également déterminante si l'on analyse le potentiel du fleuve sous l'angle du marché régional de l'énergie.

Ensuite, c'est l'espace physique même du bassin qui constitue un enjeu géopolitique, et ce pour deux raisons. D'une part, le territoire est une ressource en termes de terres arables, de ressources forestières et de développement urbain. Les dynamiques d'érosion et de sécurisation foncière cristallisent les rapports de force entre acteurs forestiers et agricoles, et entre urbains et ruraux. D'autre part, l'espace physique constitue le cadre de l'intégration économique régionale croissante. Le développement d'infrastructures de communication et de transport est donc essentiel pour la maîtrise des flux logistiques et d'information.

Enfin, le bassin du Mékong constitue un enjeu géopolitique en termes de zone d'influence. Le développement d'activités sur le bassin permet aux acteurs publics et privés de s'inscrire dans un territoire où se côtoient des acteurs majeurs des relations internationales et de l'économie en Asie de l'Est et du Sud-Est. C'est un espace dynamique en termes de ressources naturelles (matières premières, énergie) et humaines (main d'œuvre), de conditions d'activité économique (législations sociales et environnementales limitées) et de débouchés (marchés potentiels, connexion aux flux logistiques internationaux).

Qu'il s'agisse d'activité économique ou d'aide au développement (qui constitue également un secteur d'activité en soi), le territoire du Mékong est également une *scène* et une ressource en termes de *visibilité* des acteurs régionaux ou internationaux, sur la scène régionale et internationale.

¹ Lasserre, F., Gonon, E., 2001, "Espaces et enjeux : méthodes d'une géopolitique critique", collection Raoul-Dandurand, éd. L'Harmattan, Paris, p. 10

Le recours au bassin comme justification et instrument du discours

Le principe de gestion à l'échelle du bassin est devenu un instrument que les acteurs mobilisent pour justifier leurs revendications d'accès à la ressource, ou de défense de certains usages et usagers. L'analyse des modalités de cette argumentation montre une relation dialectique entre contrainte et collaboration, d'une part, et intérêt national, d'autre part. On effectue cette analyse à partir des discours de trois groupes d'acteurs : les organismes d'aide au développement, souvent occidentaux ; trois exemples choisis par les pays du bassin (Chine, Thaïlande, Vietnam) ; les associations environnementales ou de défense des communautés locales.

Gestion du bassin et soutien institutionnel

Quelle place la mise en place d'une gestion par bassin tient-elle dans le soutien occidental aux pays riverains du Mékong ? On étudie ici le cas de la *Mekong River Commission*. Comment le financement de la MRC est-il structuré ? Le budget opérationnel annuel de l'organisation se situe entre 12 et 15 millions de US\$ (MRC, 2003), financés par les pays membres, les gouvernements donateurs et les agences d'aide.

Le choix des paradigmes et des méthodes de travail du Secrétariat influence le montant des fonds reçus de l'aide internationale. Ainsi, depuis 1995, la MRC établit des plans stratégiques annuels, et une restructuration du Secrétariat a eu lieu en 2000. En termes de principes de gestion du fleuve, le passage d'une approche sectorielle et d'inspiration « hydraulicienne » à une gestion participative et intégrée de la ressource, s'est traduit par un presque doublement des contributions entre 1999 et 2000 : de 12,7 à 28 millions de US\$ (Sokhem, 2002). C'est dans cette logique que s'inscrit la formulation du Plan de Développement du Bassin, afin de « compléter les politiques nationales pour les questions ayant un impact sur d'autres pays (...) les secteurs sont : l'agriculture, l'hydroélectricité, l'environnement, les ressources humaines, les inondations et la participation du public » (MRC, 2002a).

Plusieurs agences occidentales d'aide au développement (souvent des organismes parapublics) apportent également un soutien. Au niveau international, le PNUD est redevenu un acteur du développement de la MRC. Au niveau national, plusieurs pays s'appuient sur leurs agences nationales pour appuyer cet effort : Suède (SIDA), Allemagne (GTZ), Canada (ACDI). Il est utile de rappeler que ces différentes organisations ont toutes inscrit le développement durable parmi les principes ou les objectifs de leur mission institutionnelle.

Ces agences et la MRC ont un intérêt commun à coopérer. Pour les premières, le développement de projets dans des bassins aussi prestigieux que le Mékong justifie leur existence et contribue à la visibilité internationale de leur gouvernement. L'implication de ces organismes d'aide permet également au gouvernement

d'accroître sa crédibilité environnementale ou éthique auprès de certaines composantes de sa propre opinion publique. Pour la MRC, le soutien de ces agences va au-delà de l'aspect matériel (contributions financières, envoi ou formation d'experts). En effet, le partenariat avec ces organisations contribue à la crédibilité de la MRC, auprès cette fois des gouvernements du bassin du Mékong. Cette contribution confirme le statut d'interlocuteur et reconnaît les compétences techniques de la MRC, conférant ainsi à son Secrétariat une légitimité renforcée, et une capacité de négociation plus importante dans ses relations avec les gouvernements des pays membres.

Ce mode de fonctionnement est analogue à l'analyse géopolitique qui peut être faite des prêts internationaux consentis par les banques privées : la décision de prêt confère aux pays en développement une respectabilité internationale accrue (Fryer, 1987).

Cela étant, dans quelle mesure les institutions financières internationales intègrent-elles des critères environnementaux dans leur décision de soutien aux activités sur le bassin du Mékong ? Le cas de la Banque Asiatique de Développement (ADB) présente une illustration intéressante.

En théorie, l'ADB prend en compte l'impact environnemental des projets qu'elle est susceptible de soutenir. Cette préoccupation est tout au moins inscrite au nombre des objectifs stratégiques de l'organisation : « *ADB continues to carry out activities to promote economic growth, develop human resources, improve the status of women, and protect the environment* » (ADB, 2003a). L'initiative économique régionale de *Greater Mekong Subregion* intègre également des aspects environnementaux : « *cooperation could provide a mechanism for supplementing national efforts at curbing or reversing environmental degradation ; (...) cooperation among neighboring countries is critical to resolving negative externalities and protecting shared natural resources* » (ADB, 2003b).

Pourtant, en pratique, on note une certaine contradiction entre ces discours d'intentions et leur mise en oeuvre. C'est le cas par exemple pour le soutien à la navigabilité du Mékong. L'utilisation du Mékong comme voie de communication et d'échange commercial vers l'intérieur du continent, est un projet qui date des premiers temps de l'exploration du fleuve par les européens dans la deuxième moitié du 19^{ème} siècle (Osborne, 2000). Cet objectif reste d'actualité : avec le consentement de certains pays riverains (Chine-Yunnan, Laos) l'ADB soutient financièrement la destruction de rapides afin d'améliorer la navigation. Les conséquences environnementales (écologie du milieu, impact sur les ressources halieutiques, menace sur l'approvisionnement des communautés de pêcheurs) ne sont pas étudiées, ou les rapports existants produits par la MRC sont ignorés (Watershed, 2002). L'amélioration de la navigation constitue l'objet principal de la coopération existant entre la Chine et les autres pays riverains du Mékong (Hirsch et Cheong, 1996).

Intégrité territoriale, intérêt national et discours gouvernementaux

La Chine : réaction à un modèle imposé ou prétexte de politisation du discours ?

La Chine est réticente à prendre part à une initiative de gestion de l'eau à l'échelle du bassin. Au niveau international, le pays a envoyé un message fort en votant contre la Convention des Nations Unies (1997) sur les usages non-navigables des fleuves internationaux. Sur le Mékong, la Chine dispose d'un statut d'observateur auprès de la MRC, mais son attitude unilatérale (*free-rider*) n'encourage pas les autres pays à coopérer (Boyd, 2002). L'échange d'informations sur les caractéristiques hydrométéorologiques du haut-bassin est presque inexistant, mais un rapprochement avec la MRC est perceptible sur cet aspect. La Chine souhaite-elle donner un gage de bonne volonté aux pays aval, partenaires économiques potentiels du Yunnan ?

Cette réticence s'explique par la volonté de la Chine d'éviter tout engagement susceptible de freiner ou de limiter la mise en valeur future des ressources hydrauliques du Mékong et le développement du Yunnan ou des autres provinces. Le gouvernement central chinois a ainsi engagé une campagne de « *Développement de l'Ouest* » visant à mettre en valeur les ressources naturelles des provinces les plus pauvres et à réduire l'écart de développement entre celles-ci et les provinces les plus riches. Il s'agit autant de limiter le mécontentement social né d'une frustration économique croissante, que de s'assurer d'un contrôle politique des marges du pays, connues historiquement pour leurs velléités centrifuges.

Au-delà de cette analyse pragmatique, les autorités chinoises inscrivent également leur discours de refus dans une perspective culturelle et symbolique. On a posé plus haut la question de la pertinence des principes de développement durable pour les pays de la région. Il s'agit bien de cela. Pour la Chine, les principes du développement durable ne constituent pas seulement un danger économique en termes de frein à la croissance et un danger politique en termes d'appel à une réforme des modes de gouvernance : il semble que les principes de développement durable soient perçus comme un paradigme de développement imposé par l'Occident. Cette diffusion normative se fait notamment au niveau des critères de financement de la MRC, ce qui provoque de la part de la Chine une méfiance particulière à l'égard de cette institution.

Cette attitude de la Chine s'inscrit également dans une dynamique de politique interne à la Chine : la crise de l'orthodoxie communiste laisse place à un vide idéologique, que le gouvernement chinois cherche à combler notamment à travers un renouveau du nationalisme comme facteur d'unité nationale. L'attitude à l'égard de Taïwan en est une illustration majeure, mais le bassin du Mékong constitue également sous cet angle une ressource du discours politique. Cela étant, on peut également faire l'hypothèse que Beijing (et le Yunnan) cherchent à *déplacer*,

sur le terrain mouvant du discours politique, un débat essentiellement technique (impact des barrages sur le débit et la charge sédimentaire) qui donnerait *in fine* tort à la Chine. On note que la Chine n'a transmis, aux consultants en hydroélectricité de l'ADB et à la MRC, aucune information sur l'état d'avancement des barrages sur le Mékong (WWICS, 1998).

La Thaïlande : un discours contradictoire...mais cohérent

En matière de gestion du fleuve, le gouvernement thaïlandais affiche un double discours.

D'une part, notamment pour des raisons de politique intérieure², la Thaïlande revendique un droit d'accès - et de prélèvement - à l'eau du Mékong, ainsi que la liberté de développer, sur les principaux affluents du Mékong et en territoire national, les infrastructures hydrauliques dont le pays a besoin. Cela étant, les dispositions institutionnelles du Comité du Mékong jusqu'en 1994 ne permettaient pas une telle marge de manœuvre. Chaque pays du sous-bassin disposait en effet d'un droit de *veto* sur les travaux susceptibles d'affecter significativement les aspects quantitatifs et qualitatifs du Mékong.

D'autre part, la Thaïlande refuse que la gestion concertée du bassin se transforme en contrainte pour le pays. Les autorités de Bangkok ont ainsi systématiquement refusé la demande vietnamienne de maintien du droit de *veto* dans les termes de l'accord qui donnerait naissance à la *Mekong River Commission* en 1995. Une solution avait finalement été trouvée par les négociateurs et les pays membres en transformant le droit de veto en une « forte obligation d'information préalable ». Cette reformulation présente l'avantage d'avoir rassuré la Thaïlande, et contribué à la signature de l'accord, et le désavantage de donner comme base institutionnelle à la MRC un texte ambigu sujet à interprétation - et donc à malentendu.

L'exemple de la Thaïlande est révélateur de la portée instrumentale du discours sur le bassin comme unité de gestion. Le recours au bassin et aux droits d'accès à la ressources est mobilisé tant qu'il sert d'argument des discours techniques et politiques. Dès lors que les autres acteurs riverains mobilisent ces mêmes éléments de justification, ceux-ci perdent leur validité. Le paradigme de la gestion par bassin constitue donc pour les pays riverains une ressource discursive à géométrie variable.

Vietnam : l'aval a toujours tort

S'il est un pays du bassin du Mékong qui a historiquement fait preuve de consistance dans son discours sur la gestion du fleuve, c'est bien le Vietnam. En effet, le pays a tout à gagner d'une stabilisation des termes de partage de la ressource (aspects quantitatifs, qualitatifs, saisonnalité). Le delta du Mékong est souvent présenté comme le « panier de riz » du Vietnam : c'est un

² cf. supra

territoire essentiel à la production agricole, mais également au maintien d'une activité économique dans cette partie du pays. Le développement d'une solution institutionnelle pérenne pour la gestion de la ressource en eau sur le Mékong, constitue pour le Vietnam une *sécurité* en termes de défense des intérêts nationaux, et un garde-fou contre toute attitude unilatérale des pays amont.

L'enjeu est ici double : la garantie de la production agricole est un enjeu en termes d'emploi en milieu rural et d'approvisionnement alimentaire, d'une part, ainsi qu'un moyen de freiner l'exode rural et de prévenir toute dégradation de l'opinion publique d'autre part. Pour les autorités de Hanoi, une instabilité sociale dans le sud du pays, associée à la montée en puissance de revendications économiques et socio-politiques localisées vers Ho-Chi-Minh Ville, constituent vraisemblablement des facteurs rappelant de mauvais souvenirs.

Il est intéressant ici de noter que dans ces trois pays (Chine, Thaïlande, Vietnam) la ressource en eau du Mékong s'inscrit, de manière certes différenciée mais tout aussi essentielle, dans des problématiques idéologiques (unité nationale), politiques (stabilité du gouvernement) et d'aménagement (contrôle du territoire).

La gestion par bassin : défendre l'équité socio-écologique des populations

Le bassin du Mékong fait l'objet d'une activité associative importante. Les thématiques en sont multiples : défense de l'intégrité des écosystèmes, faune et flore ; préservation des modes de vie traditionnels ; défense des ressources vivrières des communautés locales ; gestion du risque inondation ; développement de la participation du public aux activités politiques ; etc. Dans la mesure où elles rejoignent les objectifs du développement socio-économique, ces différentes dimensions apparaissent souvent simultanément dans les discours.

Ces objectifs associatifs interagissent avec les objectifs techniques (mise en valeur du potentiel hydraulique et hydroélectrique) ou économiques (infrastructures de transport ; exploitation des ressources forestières) inscrits à l'agenda des acteurs publics (gouvernements) ou privés (multinationales ; institutions financières). Cette interaction comporte une dimension contradictoire, voire conflictuelle - au moins au niveau de l'argumentation et du discours.

Les structures associatives sont généralement des divisions d'institutions occidentales (ex. : *World Wildlife Fund*, WWF), qui ont le cas échéant développé un partenariat avec les gouvernements nationaux (ex. : *International Federation of Red Cross*, IFRC). Souvent, le siège social de ces organisations est établi dans des pays de la région où les activités d'écologie politique sont tolérées (cas de *TERRA*, en Thaïlande ; cas de *Rivers Watch East & S.E. Asia*, aux Philippines), ou défendues par un Etat de droit, le cas échéant dans le cadre d'un centre de

recherche universitaire (cas de l'*Australian Mekong Research Center*, AMRC, Université de Sydney, Australie). Des pays tels que la Birmanie ou le Laos maintiennent une telle pression sur la société civile, que des initiatives associatives de cette nature demeurent impossibles.

Le principe d'une gestion par bassin versant est souvent mobilisé comme argument des discours associatifs. On en donne ci-dessous trois exemples.

D'abord, l'approche par bassin contribue à la défense des écosystèmes. Il s'agit notamment de garantir les modes de subsistance et la survie des communautés locales. Un exemple récent est fourni par la mobilisation associative contre la destruction de rochers pour rendre navigables certains rapides du Mékong. Un rapport de la MRC (Division des Pêches) établit que ces rapides constituent un lieu de fraye essentiel à la reproduction de certains poissons. S'appuyant sur ce document, plusieurs organisations se sont opposées à ce qu'elles considèrent comme la disparition d'habitats nécessaires aux activités de pêche des communautés locales.

Ensuite, la prise en compte du bassin comme unité territoriale est sollicitée comme échelle de gouvernement. L'enjeu est ici de développer une « gouvernance de bassin », à travers notamment la participation des différents porteurs d'enjeux (*stakeholders*) et la mise en place d'un mode de décision démocratique pour l'administration du territoire et la gestion de ses ressources naturelles.

Enfin, il est intéressant de constater que ces revendications d'une plus grande équité « technique » (écologique, politique) entre les différents usagers de la ressource, s'accompagnent d'une demande croissante en termes de démocratisation de l'accès à l'information et aux médias. Plus particulièrement, c'est au niveau de la production du discours sur le bassin, et sur ce que doivent être les principes de sa gestion, que se concentre cette exigence. L'enjeu est ici un partage du pouvoir décisionnel pour la gestion du bassin, à travers une redistribution de la capacité de communiquer (Lang, 2001). Il s'agit de permettre que soient exprimés des points de vue et des paradigmes différents de ceux véhiculés par le *monopole du discours* dont disposent les gouvernements et les principaux acteurs privés (institutions financières ; multinationales).

Ce dernier point mérite une attention particulière. A l'heure actuelle, les ONGs - essentiellement internationales - sont les principaux représentants des communautés locales auprès des instances de gestion du bassin. Pour ces communautés, l'enjeu politique est donc de disposer d'un accès au débat afin de faire connaître leurs attentes pour l'avenir du bassin. Les cibles de cet effort de communication sont autant les communautés elles-mêmes, que les opinions publiques de la région et des pays donateurs. Cette lutte pour une démocratisation du discours sur le Mékong repose essentiellement sur un objectif de maîtrise ou de partage des représentations du fleuve. Cet aspect confirme la

nature profondément géopolitique de la dynamique à l'oeuvre sur le Mékong.

Conclusion : la Mekong River Commission, un positionnement ambivalent ?

A la création de la MRC en 1995, l'analyse des observateurs extérieurs était qu'allait se mettre en place sur le sous-bassin un régime institutionnel de gouvernance pour la gestion de l'eau (Browder, 1998). L'enjeu, qui demeure d'actualité, était alors le partage de la ressource entre pays, et dans une certaine mesure entre groupes d'usagers nationaux et locaux. On constate qu'à ce jour, ces deux échelles de décision (gouvernement et communautés) ont été inégalement pris en compte par les mécanismes décisionnels de la MRC : tous ne bénéficient pas également du principe de prise de décision participative. Ainsi par exemple, l'existence de la MRC n'a pas modifié la vision et la gestion centralisatrice du delta du Mékong (Biggs, 2001). Il existe pourtant, sur ce même territoire, un véritable capital social de savoirs et de pratiques en matière de gestion de l'eau et d'aspects environnementaux (Miller, 2001). Cette remarque est également valable en matière de prévention des conflits de partage de la ressource en eau (Wolf, 2000).

Bien que l'on observe effectivement une différence d'approche et d'activités entre le Comité du Mékong et la MRC, les paradigmes fondamentaux de développement du bassin n'ont pas évolué de manière significative (Friesen, 1999). Le développement d'infrastructure hydrauliques et hydroélectriques reste un objectif majeur. Également, l'échelle géographique du bassin comme hydrosystème n'est pas nécessairement la dimension spatiale adaptée pour aborder la gestion durable du Mékong. Il s'agit ici de replacer le bassin et ses enjeux dans les échelles multiples caractérisant les projets des acteurs (Maggee, 2003). Le milieu associatif militant pour la protection du Mékong et des populations du bassin critique ainsi le silence de la MRC (et des pays riverains) face à certaines décisions chinoises unilatérales, comme le dynamitage de rapides et la construction de barrages sur le cours principal du Mékong au Yunnan (Watershed, 2002). Dans le premier cas, l'action de la MRC s'est limitée à constater l'impact potentiel de la destruction d'habitats de fraye ; dans le deuxième cas, la Commission ne se hasarde à aucune critique directe des projets chinois, se bornant à regretter, de manière ponctuelle, le peu d'informations disponibles.

L'exemple du Mékong montre aussi que la mise en place de la MRC ne s'est pas accompagné d'une certaine « flexibilité des souverainetés » des pays riverains : *“the [state-scale] nature of international cooperation (...) reproduces the norms and practices of sovereignty (...) thereby never truly overcoming the barriers to an ecosystem approach”* (Fox, 2000). Cette souplesse politique est pourtant nécessaire à la mise en œuvre des principes de développement durable et de gestion à l'échelle du bassin : *“river basin institutions aim to regulate behaviors ; (...) joint management implies a restriction of sovereignty”* (Kliot, et al., 2001). Dans le cas de pays qui ont connu une période coloniale, il

est encore plus difficile de partager ainsi le pouvoir de décision sur une ressource territorialisée (Dore, 2001).

Quelle est la signification de ces différents facteurs pour l'avenir institutionnel de la MRC ? On distingue ici la Commission, utile scène de débat régionale, du Secrétariat de la Commission, structure technique collectant les fonds et pilotant les projets. Force est de constater que dans le débat sur la gestion du bassin du Mékong, le Secrétariat joue en permanence sa propre survie en tant qu'organisme de (sous) bassin, comme interlocuteur des gouvernements riverains et comme organisme d'expertise technique et d'appui aux politiques nationales et régionales.

L'enjeu, pour la MRC et son Secrétariat, est de demeurer crédible pour les gouvernements occidentaux et les agences d'aide, de ne pas aller à l'encontre des décisions gouvernements des pays membres et de ne pas froisser les autorités chinoises (centrales et provinciales) afin de conserver le Yunnan comme interlocuteur sur les questions techniques. Certains observent déjà une marginalisation croissante de la MRC (Bakker, 1999). Il est probable que le projet de *Greater Mekong Subregion* soit une des causes de cet effacement. La *concurrence* inter-institutionnelle est une réalité sur le bassin du Mékong (Watershed, 1996).

Ne disposant pas d'une réelle capacité de décision, et privée statutairement d'une capacité à gérer effectivement l'ensemble du bassin, la MRC dispose en revanche de deux avantages majeurs. D'une part, une capacité de production d'un discours sur la gestion du fleuve (et du bassin) ainsi qu'un accès aux médias. D'autre part, une expertise technique et une capacité de vulgarisation et de diffusion de ces connaissances, notamment vers ceux des groupes d'acteurs ayant le plus à perdre de décisions unilatérales de valorisation du potentiel hydraulique. L'appui à la MRC devrait aller dans le sens d'une utilisation pertinente de ces deux atouts.

Remerciements

Cette recherche a été rendue possible grâce au soutien du FQRSC

Biographies des auteurs :

Bastien Affeltranger est Doctorant en Géographie à l'Université Laval, à Québec. Il étudie la géopolitique du Fleuve Rouge et l'articulation des niveaux de gouvernement pour la coopération. Il est consultant pour l'UNESCO (Division de l'Hydrologie). Il est spécialisé dans la gestion des risques majeurs et les stratégies participatives. Il a effectué des missions en Europe, Afrique et Asie. Il a publié *Community participation in flood mitigation* (UNESCO, 2001), des articles et a enseigné en université à Cergy-Pontoise et Versailles.

Frédéric Lasserre est Professeur adjoint au Département de Géographie de l'Université Laval, à Québec, et dirige le Groupe d'Études et de Recherches sur l'Asie Contemporaine (GERAC)

de l'Institut québécois des hautes études internationales. Il est spécialisé en géopolitique : bassins internationaux et gestion des ressources en eau ; analyse des représentations ; Asie de l'Est et du Sud-Est. Il a publié récemment *Eaux et territoires : tensions, coopérations et géopolitique de l'eau*, aux Presses de l'Université du Québec.

Bibliographie

- ACDI, 2003, « Notre mission », Site Internet de l'Agence Canadienne pour le Développement International, <http://www.acdi-cida.gc.ca>
- ADB, 2003a, "About ADB - Strategic Development Objectives", Site Internet de l'Asian Development Bank, <http://www.adb.org/About/objectives.asp>
- ADB, 2003b, "The GMS - History and Background", Site Internet de l'Asian Development Bank, <http://www.adb.org/GMS/gmsprog10.asp#environment>
- Affeltranger, B., 2002, "User-based design of socially efficient flood warnings: concept paper for the Lower Mekong Basin", *Mekong River Commission Expert Meeting*, Phnom Penh, February 2002, 20 p.
- Affeltranger, B., 2003, « Enjeux du développement et bassins internationaux - Le cas du Mékong », Communication, Cours GGR-10593 *Géographie de l'Asie du Sud-Est* (Professeur F. Lasserre), 11 mars 2003, Québec : Université Laval
- Affeltranger, B., 2004, « Transfert d'eau : solution technique ou option géopolitique ? Le cas de la Salouen, Birmanie et Thaïlande », chapitre in Lasserre, F., ed., *Les transferts d'eau*, Québec : Presses de l'Université du Québec, à paraître
- AIT, 2003, "Integrated Water Resource Management Toolbox", Asian Institute of Technology, Bangkok, http://www.sce.ait.ac.th/programs/courses/iwrm/materials/IWRM_Principles.htm
- Bakker, K., 1999, « The politics of hydropower: developing the Mekong », *Political Geography* 18 (1999), pp. 209-232
- Beach, M., 2001, "Local environmental management in China", *China Environment Series* 4, pp. 21-31, sur <http://wwics.si.edu/topics/pubs/ACF3D9.pdf>
- Biggs, D., 2001, "The problem with thinking like a network in the regional development of the Mekong delta", *International Water History Association Conference*, Bergen, Norway, 10-12 August 2001
- Bogardi, J., 1997, "Report on the review mission of the Mekong Hydrology Programme. 13-30 January 1997", Phnom Penh: Mekong River Commission Secretariat, Paris : UNESCO, Division of Water Sciences
- Boxer, B., 1999, "China's water management options: issues and alternatives", March 1999; http://www.lanl.gov/chinawater/documents/chwmoia_full.pdf, accédé 02/07/2003, 4 p.
- Boyd, A., 2002, "Fears of Mekong free-for-all as China goes it alone! ", 2 p., consulté sur le site <http://www.atimes.com> le 25 février 2003
- Bravard, J.P., Petit, F., 2000, « Les cours d'eau. Dynamique du système fluvial », coll. U - Géographie, Paris : Armand Colin, 222 p.
- Bridge, G., Jonas, A.E.G., 2002, *Guest Editorial*, *Environment and Planning A*, 2002, volume 34, pp.759-766
- Browder, G., 2000, "An analysis of the negotiations for the 1995 Mekong Agreement", *International Negotiation* 5: 237-261
- Browder, G.J., 1998, "Negotiating an international regime for water allocation in the Mekong River Basin", PhD Thesis, *San Francisco: Stanford University*, 359 p.
- Curtin, T., 1997, "The causes and consequences of ecological imperialism", *GeoView*, GEOS, School of Geography, Adelaide, Australia: Flinders University
- Dore, J., 2001, "Environmental governance in the Greater Mekong Subregion", MREG-REPSI Project, *Australian Mekong Resource Center*, 60 p.
- Economy, E., 1997, "The case study of China – Reforms and Resources: The Implications for State Capacity in the PRC", Occasional Paper of the Project on Environmental Scarcities, State Capacity and Civil Violence, Cambridge : American Academy of Arts and Sciences and the University

- of Toronto, 43 p., <http://www.library.utoronto.ca/pcs/state/china.htm>, accédé le 7 avril 2003
- Elhance, A.P., 2000, "Hydropolitics: grounds for despair, reasons for hope", *International Negotiation* 5: 201-222
- Fischhendler, I., 2003, "Can basin management be successfully ignored: the case of the US-Canada transboundary water", SOAS Water Issues Study Group, Occasional Paper No. 52, School of Oriental and African Studies / King's College London, University of London, May 2003, 28 p.
- Fox, C.A., 2000, "Flexible sovereignty and the politics of hydro-development in the Mekong River Basin", PhD Thesis, Abstract (Proquest, février 2003), University of Oregon, USA, 244 p.
- Friesen, K.M., 1999, "Damming the Mekong: plans and paradigms for developing the river basin from 1951-1995", PhD Thesis, Abstract (Proquest février 2003), The American University, USA, 342 p.
- Fryer, D.W., 1987, "The Political Geography of International Lending by Private Banks", *Transactions of the Institute of British Geographers*, New Series, Volume 12, Issue 4 (1987), 413-432
- Gleick, P.H., 2000, "The Changing Water Paradigm – A Look at Twenty-First Century Water Resources Development", *Water International*, Vol. 25, Number 1, pp. 127-138, March 2000
- GTZ, 2003, "About us - Introducing GTZ", Site Internet de la *Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit*, <http://www.gtz.de/unternehmen/english/profil/index.html>
- Hammel, W., 1997, "The political dimension of aid. Developing countries must shoulder responsibility", *D+C Development and Cooperation*, No.6, November/December 1997: 21-23
- Hirsch, P., Cheong, G., 1996, "Natural resource management in the Mekong River Basin - Perspectives for Australian Development Cooperation", Sydney: AMRC, <http://www.usyd.edu.au/su/geography/hirsch/>
- Hopkins Leisher, S., 2000, "Situation report on Lancang River development in Yunnan Province, China", World Commission on Dams: East/South-East Regional Consultation, Hanoi, Vietnam, February 2000
- Jacobs, J.W., 1998, "The United States and the Mekong Project", *Water Policy* 1 (1998), pp. 587-603
- Jacobs, W.J., 1995, "Mekong Committee history and lessons for river basin development", *The Geographical Journal*, Vol. 161, No.2, July 1995, 135-148
- Kliot, N., Shmueli, D., Shamir, U., 2001, "Institutions for management of transboundary water resources: their nature, characteristics and shortcomings", *Water Policy* 3 (2001), pp. 229-255
- Kux, S., 1994, "Subsidiarity and the environment - Implementing International Agreements", *Basler Schriften zur europäischen Integration*, Nr. 8, EuropaInstitut Universität Basel, Switzerland, 22 p.
- Lam, J., 2002, « Portray of South China's provinces. Part I – Yunnan Province », March 2002, GC Comm, Trade Development Council, Hong Kong, pp. 23-27
- Lang, M.T., 2001, "Fallacy of sustainability of management of the Mekong River Basin: communication perspective", IWhA International Conference on The role of water in history and development, August 10-12, University of Bergen, Norway, 24 p.
- Larsen, H.; Mark, O.; Jha, M. K.; Das Gupta, A., 2001, "The Application of Models in Integrated River Basin Management", Horsholm: *Danish Hydraulics Institute*; Bangkok: *Asian Institute of Technology*, 10 p.
- Le, 2002, "Environmental governance: a Mekong delta case study with downstream perspectives", *Mekong Regional Environmental Governance Research and Dialogue Group, Resources Policy Support Initiative – REPSI*, http://www.wri.org/pdf/mekong_governance_mreg_minh.pdf, 15 p.
- Linder, A., Santiso, C., 2002, "Assessing the predictive power of country risk ratings and governance indicators", *SAIS Working Paper Series*, WP/02/02, Washington, D.C. : John Hopkins University, 23 p.
- Liu, X., 2001, "Scales of water management in Yunnan", *Draft report to the Australian Mekong Research Center, University of Sidney, Australia*, 19 p.
- Loucks, D.P., 2000, "Sustainable water resources management", *Water International*, IWhA, Vol. 25, N°1, March 2000, pp.3-10
- Loucks, D.P., Gladwell, J.S., 1999, "Sustainability criteria for water resource systems", *International Hydrology Series*, UNESCO and IHP, Cambridge: Cambridge University Press, 139 p.
- Magee, D., 2003, "Managing development along China's Lancang-Mekong River", *Association of American Geographers*, 2003 Annual Meeting, State of Louisiana, USA, 23 p.
- Makkonen, K., 2002, "China's role in integrated water resources management in south and south east Asia", *Document intermédiaire*, 24 p., Helsinki University of Technology, Water Resources Laboratory. Voir Makkonen, K., 2003, « Analysis of China's role (...) » à <http://www.water.hut.fi>
- Miller, F., 2001, "Adaptation/Control: Perceptions and Responses to Environmental Risks in Water Resources Management in the Mekong Delta, Viet Nam", IWhA International Conference on The role of water in history and development, August 10-12, University of Bergen, Norway, 27 p.
- MRC, 2002a, "MRC Basin Development Plan", *Brochure descriptive*, Mekong River Commission, Phnom Penh, Février-Mars 2002. Document distribué à la conférence internationale sur l'annonce des crues
- MRC, 2002b, "Mekong River Commission Annual Report 2002", <http://www.mrcmekong.org>
- MRC, 2003, "Mekong Secretariat to relocate", *Mekong News*, April-June 2003, http://www.mrcmekong.org/mekong_news/news1.htm
- Nakayama, M., 2000, "Mekong spirit as an applicable concept for international river systems", in Proceedings, SIWI Seminar, *Water security for multinational water systems – Opportunity for development*, Stockholm, August 19, 2000, pp. 62-73
- OCDE, 2003, "Improving water management: recent OECD experience", February 2003, 132 p.
- Ohlsson, L., Turton, A.R., 2000, "The turning of a screw – Social resource scarcity as a bottle-neck in adaptation to water scarcity", *Stockholm Water Front*, N°1, February 2000, 10 p.
- Osborne, M., 2000, "The Mekong, turbulent pas, uncertain future", Sydney, Australia: Allen & Unwin, 295 p.
- Pruvost Giron, C., 2000, « Limites administratives, limites historiques et limites perçues ? », Communication, Mars 2000, 7 p., <http://membres.lycos.fr/ajei/corinne.htm>
- Radosevich, G.E., Olson, D.C., 1999, "Existing and Emerging Basin Arrangements in Asia", Third Workshop on River Basin Institution Development, June 24, 1999, The World Bank, Washington, DC, USA, 30 p.
- RESEAU, 2002, « La gestion de l'eau par bassin versant au Québec », Avril 2002, 14 p., http://www.reseau-environnement.com/RENV/data/publication/textes/1055871935395_posit_20020401_BassinVersant.pdf
- Rio, 1992, « Déclaration finale de la Conférence de Rio », <http://habitat.igc.org/agenda21/rio-dec.html>
- Schmandt, J., 2003, "Bringing sustainability science to integrated water basin management", Second International Conference on sustainable development of energy, water and environment systems, Dubrovnik, Croatia, June 15-20, 2003
- SIDA, 2003, "About SIDA", Site Internet de la *Swedish International Development Agency*, 30 April 2003, <http://www.sida.se/Sida/jsp/polopoly.jsp?d=160>
- Sidhva, S., 2001, « La défense de l'environnement : stade ultime de l'impérialisme ? », *Courrier de l'UNESCO*, Avril 2001, Paris : UNESCO
- Skinner, M.W., et al., 2003, "Social and environmental regulation in rural China: bringing the changing role of local government into focus", *Geoforum* 34 (2003) 267-281
- Sokhem, P., 2002, "Mekong River Basin: meeting the needs, keeping the balance", *International Conference 'From Potential Conflict to Co-operation Potential'*, UNESCO-IHE Delft, November 2002
- Sophal, C., Acharya, S., 2001, "Cambodia's natural resources and development with special reference to water - a recent historical view", *International Water History Association Conference*, Bergen, Norway, 10-12 August 2001, 25 p.
- Tanner, M.S., 2001, "Cracks in the Wall: China's Eroding Coercive State", *Current History*, September 2001, pp. 243-249
- Waterbury, J., 1997, "Between unilateralism and comprehensive accords: Modest steps toward cooperation in international river basins", *Water Resources Development*, Vol. 13, No. 3, 279-289
- Waterhed, 2002, "Impacts of Mekong rapids blasting not studied", *Watershed*, Vol. 8, No. 2, November 2002 - February 2003, 40-41

- Watershed*, 1996, "Mekong gold rush – Development alliances 1996", *Watershed*, Vol. 2, No. 1, July – October 1996, 8 p.
- Watts, M.J., 1993, "Development I: power, knowledge, discursive practice", *Progress in Human Geography* 17, 2 (1993), pp. 257-272
- Wolf, A.T., 2000, "Indigenous Approaches to Water Conflict Negotiations and Implications for International Waters", *International Negotiation*, 5:357-373
- Wolf, A.T., et al., 2003, "International waters: identifying basins at risk", *Water Policy* 5 (2003) 29-60
- WWICS, 1998, "Chinese transboundary water issues", *Woodrow Wilson International Center for Scholars*, 7 January 1998, <http://www.ciaonet.org/wps/ecs19/>

COMMENT BÂTIR UNE PROSPECTIVE COMMUNE POUR LA GESTION D'UN FLEUVE TRANSFRONTALIER ? L'exemple de L'Escaut.

Gabrielle BOULEAU, ENGREF, département eau, 648, rue JF Breton, BP 44494, 34093 Montpellier Cedex 5, tel +33 (0)4 67 04 71 14, fax +33 (0)4 67 04 71 01, courriel : bouleau@engref.fr

Résumé : Les pays de l'Union Européenne ont adopté récemment une démarche commune pour planifier la gestion de l'eau (directive cadre européenne sur l'eau, 23 oct. 2000). Cette directive impose des objectifs ambitieux environnementaux. Elle requiert une analyse économique fine des enjeux et des options retenues. Ces travaux prospectifs peuvent être l'occasion de remettre en cause les tendances non durables observées dans la gestion de certains fleuves comme l'Escaut. Comment bâtir cette vision prospective de manière commune lorsqu'il s'agit de d'eaux partagées ? En identifiant les biais des méthodes utilisées dans le passé pour la planification des usages de l'eau, notamment sur l'Escaut, nous proposons des outils prospectifs alternatifs prenant mieux en compte le milieu.

Mots clefs : Prospective, gestion de l'eau, bassin transfrontalier, planification, Escaut, scénario tendanciel, efficacité économique.

Abstract : The European Union recently adopted a common strategy to reach a good status of all aquatic ecosystems and plan a sustainable water management (the water framework directive, 23 Oct. 2000). For each watershed, it requires an economical analysis of stakes and possible options. This can give an opportunity to change methods of planning which have led to unsustainable practises, especially on the Schelde. How to build such a common vision when transboundary rivers are concerned? Pointing out what biases were responsible of unsustainability in the methods used in the past for water management planning, we propose alternative way of doing, using future studies and the examples of the Schelde.

Keywords : Vision building, future studies, water management, transboundary basin, planning, baseline scenario, cost-effectiveness.

Introduction

Prévision, projection et prospective parlent toutes du futur mais n'ont pas le même objectif. La prévision cherche à déterminer ce qu'il se passera dans le futur pour anticiper les décisions à prendre. Aux incertitudes près dues à la modélisation, une bonne prévision se réalise. La projection ou le scénario tendanciel cherche à déterminer ce qu'il se passerait si une tendance passée se poursuivait dans le futur. Une bonne projection met en évidence les facteurs limitants, identifie les seuils de rupture qui imposeront des décisions sans préjuger de ces décisions. La prospective vise à évaluer le champ des possibles, sans préciser lesquels sont les plus probables. Elle a un but heuristique d'explicitation des hypothèses sous-jacentes aux différents scénarios. Une bonne prospective présente des scénarios cohérents qui suscitent le débat. Ces trois exercices ne sont pourtant pas indépendants les uns des autres car la prospective peut reprendre à son compte des travaux de prévisions et de projections en mettant en question leurs hypothèses, en montrant les choix implicites qui les justifient. On peut ainsi relativiser les exercices de prévisions et de projection en considérant qu'ils constituent un certain type de prospective. C'est ce sens générique de prospective que nous utiliserons dans cet article.

Les exercices de prospective sur l'eau ont connu un grand succès avec le second forum mondial de l'eau organisé à La Haye en mars 2000 intitulé « from vision to action » (Cosgrove et Rijsbermann, 2000). Dans de nombreuses régions sous l'impulsion du Global Water Partnership et du Conseil Mondial de l'Eau, des équipes plus ou moins institutionnelles ont bâti des scénarios d'évolution de la ressource en eau en fonction des usages. A cette occasion un projet universitaire intitulé river21 a été monté sur l'Escaut avec des partenaires français, belges et néerlandais (Anvers, Gand, TU-Delft, Wagenigen et l'ENGREF) afin d'étudier l'évolution du fleuve, les tendances perçues, les déterminismes extérieurs, les seuils de rupture (Verhallen, Huygens et al., 2001).

Cet exercice nous a permis d'identifier les difficultés particulières de la prévision, de l'analyse économique d'options alternatives et de prospective dans les cas de ressources en eau partagée entre plusieurs pays (Bouleau, 2002 ; Ploeg et Verhallen, 2002). L'analyse des travaux de prospective existant lors du forum et notre propre expérience sur l'Escaut nous permet de commenter les diverses étapes imposées par la nouvelle directive cadre sur l'eau adoptée par l'Union Européenne en identifiant les différents exercices d'imagination du futur auxquels elle invite les Etats Membres et en y associant les

méthodes les plus appropriées aux bassins transfrontaliers tels que l'Escaut.

Le bassin de l'Escaut

Le bassin de l'Escaut est à cheval sur deux départements en France, le Nord et le Pas de Calais (plus quelques kilomètres carrés dans l'Aisne où l'Escaut prend sa source), trois Régions belges, la Wallonie, Bruxelles Capitale et la Flandre et une partie de la province de Zélande et la province du Brabant aux Pays Bas (voir figure 1). Les principaux affluents rive gauche proviennent tous de France, ceux rive droite coulent tous en Belgique. Les Pays-Bas ont une position assez particulière dans le bassin, car ils possèdent les deux rives de l'estuaire en aval du port d'Anvers.

C'est un cours d'eau de plaine, de faible pente moyenne (0,3 m/km), sans gorges ni vallée marquée, long de 350 km depuis sa source en France au nord de Saint Quentin dans le département de l'Aisne jusqu'à son embouchure en Mer du Nord aux Pays-Bas. L'Escaut draine un petit bassin versant de 21 900 km² qui culmine à 200 m d'altitude. Ce bassin est limité par celui de la Somme au sud ouest et celui de la Sambre et de la Meuse du sud est jusqu'au nord. Il pleut en moyenne 650 mm par an sur le bassin, en plus de 150 jours. A la frontière franco-belge, le débit moyen de l'Escaut est de 15 m³/s. Ses principaux affluents en France sont rive gauche, la Lys et la Scarpe. L'essentiel du débit à l'embouchure du fleuve (100 m³/s) provient de la Flandre, où un chevelu très dense de cours d'eau rejoint l'Escaut en rive droite entre Gand et Anvers. Citons le Dendre, la Senne qui passe à Bruxelles, la Deile qui coule à Louvain et ses affluents, le Demer qui draine la région de Louvain et la Nete (Nèthe) qui draine l'est de la Flandre.

Ce bassin ne comporte aucune réserve superficielle naturelle (ni glaciers ni montagnes) ou artificielle (la topographie ne s'y prête pas). Les nappes phréatiques sont souvent affleurantes (terrains hydromorphes) mais de faible capacité (les sables éocènes des Flandres qui affleurent sur le littoral ne sont pas assez productifs pour être exploités, à l'amont du bassin la nappe de la craie est menacée de pollution et celle du calcaire carbonifère est surexploitée). La faible dénivelée de l'ensemble du bassin en fait une région propice aux marais. Ceux-ci ont constitué tantôt une protection naturelle contre les envahisseurs tantôt un obstacle au développement. De même, toute dépression artificielle dans la région se remplit d'eau. Ainsi, les affaissements en surface au-dessus des anciennes galeries minières d'exploitation de charbon imposent un drainage permanent par pompage.

Toute la région de l'Escaut connaît une activité marchande depuis le Moyen Age qui s'est accrue avec l'extraction minière dès le XVII^{ème} siècle et a conduit à canaliser les eaux du fleuve et de ses affluents pour faciliter la navigation. La fin de l'extraction minière dans la deuxième partie du XX^{ème} siècle en France et en Wallonie a profondément affecté l'économie de ces régions

d'amont¹, tandis que les régions aval (Flandre et Zélande) ont bénéficié de l'essor du transport maritime. Le port d'Anvers a su développer des complémentarités avec le premier port européen qu'est Rotterdam situé au nord et relié à Anvers par des liaisons fluviales, routières et ferroviaires. Ceci confère au bassin de l'Escaut un rôle de transit très important, une densité de population très élevée (477 habitants/km²) et une pression foncière considérable (les zones urbaines et les infrastructures associées représentent près de 20% du territoire) (Bouleau, 2000).

Deux barrières sociologiques séparent les populations du bassin de l'Escaut. La langue sépare la France et la Wallonie francophones de la Flandre et des Pays-Bas néerlandophones. D'autre part, le culte protestant est plus répandu aux Pays-Bas que dans le reste du bassin, traditionnellement catholique. Ces différences sont le fruit de conflits passés et d'arbitrages difficiles dont les tensions sont encore vivaces de nos jours. Nombreuses sont les décisions liées à l'eau qui sont bloquées faute d'accord de part et d'autre de ces lignes de partage (Meijerink, 1998).

La directive cadre sur l'eau invite à plusieurs exercices de prospective

L'Union Européenne a adopté en 2000 une directive cadre² sur l'eau visant à restaurer le bon état écologique des eaux dans tous les Etats Membres. Cet objectif est très ambitieux, car les dernières évaluations de qualité des eaux dans l'Union soulignent les efforts faits en matière d'épuration mais notent l'augmentation de l'artificialisation des milieux avec des pressions anthropiques croissantes sur les continents et des impacts importants sur les milieux marins et leurs ressources halieutiques (Agence européenne de l'environnement, 1998 ; IFEN, 2002). La directive cadre européenne sur l'eau propose une procédure de planification qui pour enrayer les dégradations et programmer la reconquête des milieux.

La directive et ses guides d'application proposent une démarche qui doit être appliquée à chaque milieu aquatique (appelé masse d'eau dans la directive) pour optimiser la gestion et concentrer les efforts sur les milieux à plus fort potentiel. Cette démarche est résumée dans la figure 2.

¹ la région Nord-Pas de Calais possède un taux de chômage de 3 à 3,5 points au dessus de la moyenne nationale (DRTEFP Nord Pas de Calais) et le Hainaut wallon voit 15,6 % de sa population active sans emploi contre 8 % dans l'ensemble du Royaume de Belgique

² La directive cadre définit des districts hydrographiques qui sont de grands bassins versant et les masses d'eau souterraines associées et pour chacun desquels les Etats Membres doivent établir un plan de gestion tous les six ans. Dans le cas de fleuves transfrontaliers, le plan de gestion doit être coordonné entre les pays riverains.

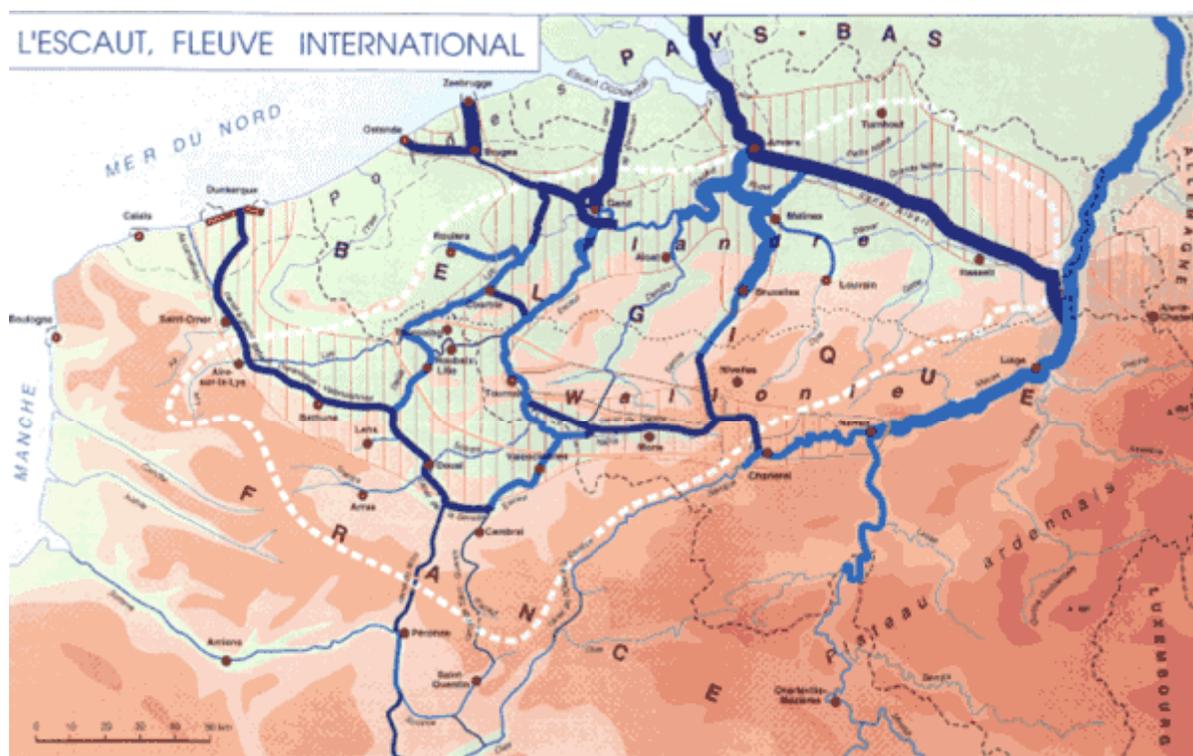


Figure 1 : Le bassin de l'Escaut est très artificialisé. Le bassin international de l'Escaut (pointillés blancs) communique avec la Meuse à l'est et la mer du Nord par de nombreux canaux (en bleu foncé). La plupart des cours d'eau naturels (tracé fin bleu clair) ont été canalisés (tracé gras bleu clair). La zone hachurée est exposée aux inondation et englobe les plus grosses agglomérations.(source : Agence de l'eau Artois-Picardie).

Il s'agit d'en un premier temps d'analyser la situation actuelle, les usages et leurs impacts sur la ressource en eau. Cette analyse doit préciser l'importance économique des différents usages, la part du coût de cet usage supportée par les usagers (récupération du coût) et la part subventionnée et les évolutions prévisibles de ces usages (offre et demande en eau). Sur l'Escaut, ce travail montrera par exemple que la navigation induit une canalisation des cours d'eau à des gabarits de plus en plus grands. D'un point de vue économique, il faudra chiffrer la valeur ajoutée produite par la navigation fluviale. Il faudra quantifier l'impact de cet usage et quantifier la part du coût global du service (y compris le coût environnemental) payée par les usagers. Cette première étape permet de dire si l'évolution observée permet d'atteindre les objectifs environnementaux de la directive (renouvellement

des ressources, amélioration de la qualité, bon état écologique) ou non. Est-ce que l'accroissement des gabarits des canaux permet d'atteindre un bon état écologique ? Est-ce que les espèces biologiques inféodées à l'aval des grands fleuves peuvent se développer dans ces conditions ?

Pour les cas d'évolution défavorable, la deuxième étape consiste à lister toutes les actions préventives et curatives pour restaurer le milieu. Le coût unitaire et l'efficacité de chacune de ces actions doivent être étudiés. Sur l'Escaut, en admettant que la chenalisation perturbe les écosystèmes, il faudrait ainsi chiffrer le coût unitaire d'un kilomètre de canal renaturé et le manque à gagner pour la filière transport. Comme les milieux sont probablement aussi perturbés par la pollution il faudrait chiffrer différentes actions permettant d'enrayer toutes les pollutions.

¹ La directive cadre définit des districts hydrographiques qui sont de grands bassins versant et les masses d'eau souterraines associées et pour chacun desquels les Etats Membres doivent établir un plan de gestion tous les six ans. Dans le cas de fleuves transfrontaliers, le plan de gestion doit être coordonné entre les pays riverains.

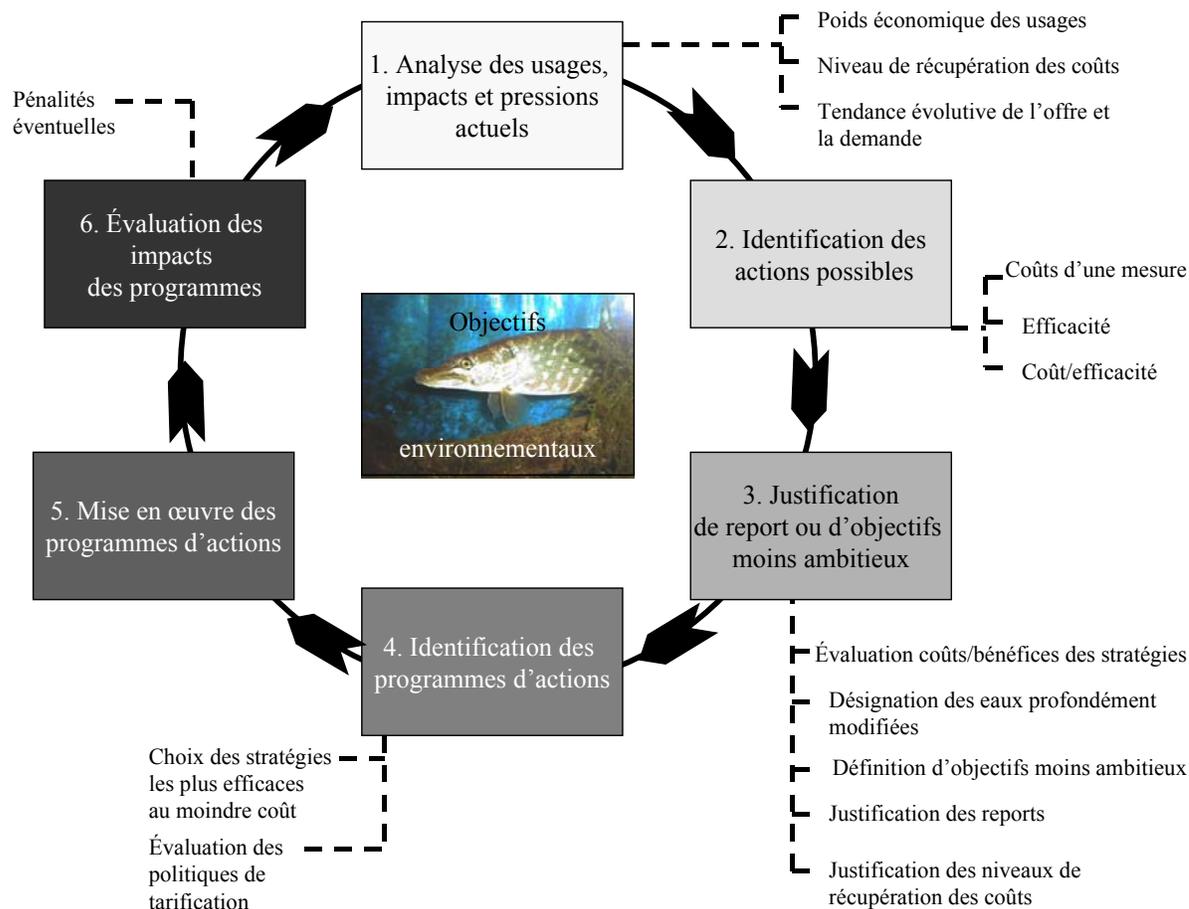


Figure 2 : Les différentes étapes de planification de la gestion de l'eau selon la directive cadre avec en pointillé les exigences économiques. (traduit en français d'après WATECO, 2002).

La troisième étape utilise ces actions comme des éléments de stratégies pour chaque milieu. Si pour certains milieux, aucune stratégie ne permet d'atteindre les objectifs environnementaux dans les temps (d'ici 2015) à un coût acceptable¹, alors les Etats Membres de l'Union Européenne pourront demander des reports ou des objectifs moins ambitieux pour des eaux fortement modifiées. Mais ces dérogations doivent être justifiées en montrant qu'il n'existe pas de stratégies bénéfiques à un coût acceptable et ceci sans subventions exagérées (explicitation du niveau de récupération des coûts sur l'utilisateur).

Pour les milieux qui le permettent, les Etats Membres bâtissent des stratégies d'action (programmes) de reconquête des milieux en choisissant les mesures les plus efficaces au moindre coût et

en précisant le rôle des politiques de tarification dans ces mesures. Ces programmes sont mis en œuvre pour six ans. Leur efficacité est évaluée et prise en compte dans la planification suivante.

Est-ce que cette démarche suffit pour que le cercle de la planification devienne vertueux au sens du développement durable, c'est à dire que les écosystèmes qui sont dégradés ne le sont que pour des activités dont le bilan est positif pour la collectivité ? Nous pensons que cette planification ne tend vers un développement durable que si elle évite les biais systématiques qui ont prévalu dans les planifications antérieures et que nous allons analyser à travers les quatre exercices prospectifs de cette démarche qui sont :

- ◆ la prévision de l'offre et de la demande en eau à long terme,
- ◆ le risque de ne pas atteindre le bon état écologique,

¹ La directive ne dit pas ce qu'est un coût acceptable, la jurisprudence en jugera.

- ◆ les actions (mesures) qui peuvent être prises pour atteindre les objectifs
- ◆ l'analyse économique des actions les plus efficaces au moindre coût.

En effet, le fleuve Escaut est un triste exemple de développement non durable. La qualité de l'eau brute du fleuve n'est pas suffisante pour être potabilisée (CIPE, 1994), les sédiments sont fortement pollués (Meijerink, 1998), les ressources en eau potable s'amenuisent et entraînent des transferts toujours plus coûteux (Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement, 2000). Pour que cette nouvelle réglementation conduite à une meilleure gestion de la ressource, il faudrait rompre avec les pratiques qui sont à l'origine de leur dégradation (surestimation des besoins, ignorance des risques pesant sur la ressource, manque de diversité dans les politiques de développement). Comme nous allons le voir dans les quatre paragraphes suivants, il est possible de répondre aux quatre exercices prospectifs (prévision, risques, actions, évaluation économique) en continuant de procéder comme par le passé, sans remettre en cause ce qui a conduit à une surexploitation et une dégradation des ressources en eau. Ainsi pour chacun de ces exercices nous évoquerons ce qui les rend difficiles, les biais qui peuvent conduire à une gestion non durable et les spécificités de ces exercices en contexte transfrontalier. Dans la mesure du possible nous appuierons nos analyses sur des cas réels du bassin de l'Escaut. En dernière partie nous proposerons des outils de prospective permettant de surmonter les difficultés évoquées pour proposer une gestion alternative.

Prévision de l'offre et la demande à long terme

Les anciens manuels destinés aux ingénieurs chargés de dimensionner des équipements considéraient la demande en eau comme une donnée exogène. En France, des instructions ministérielles datant de 1946 déterminaient la consommation forfaitaire à retenir pour dimensionner un réseau en milieu rural (125l/habitant) et urbain (150 à 400 l/habitant selon la taille de la ville) et certains manuels recommandaient d'actualiser ces chiffres à la hausse et de tenir compte d'une marge de sécurité de 30% (Dupont, 1978, p. 338 ; Bonnin, 1986, pp 15-17). En poursuivant la courbe de la démographie, on pourrait ainsi extrapoler la tendance et prévoir la demande future. Cette approche est biaisée pour trois raisons.

La première est que les facteurs dont dépend la demande sont influençables (notamment par des politiques de prix ou des investissements dans des matériels économes). La demande passée résulte notamment des équipements passés. Une autoroute induit un trafic, une canalisation induit une consommation d'eau. Les prévisions utilisées pour le dimensionnement peuvent être auto-réalisatrices en ce sens qu'une fois les équipements faits, leurs promoteurs cherchent à les rentabiliser en influençant la demande. Mais l'arrêt de la croissance démographique, la saturation des besoins, l'augmentation de la facture d'eau

peuvent aussi mettre en défaut les prévisions comme cela a été le cas pour l'adduction en eau potable de Barcelone (Barraqué, 2002). Sur le bassin de l'Escaut, la politique de financement par l'Agence de l'eau Artois-Picardie des procédés économiseurs d'eau dans la papeterie et l'agro-alimentaire a contribué à stabiliser la demande en eau côté français (Bresson, 2000).

Le deuxième biais vient du fait que la demande n'est pas une variable unique mais la somme de comportements individuels. Prenons par exemple un service d'eau qui constate des chutes de pression en tête de son réseau et est amené à offrir un débit toujours supérieur. Cela signifie-t-il que les usagers domestiques consomment plus ? Qu'un nouvel industriel est en train de s'équiper et que dans deux ans il atteindra sa consommation maximale ? Ou encore que les fuites du réseau augmentent ? Il serait dommage de doubler la capacité du réseau sur la base d'une extrapolation si le phénomène est conjoncturel ou s'il s'agit de fuites. Dans la communauté urbaine de Lille, le réseau a un rendement considéré comme bon en France (80%) mais qui est inférieur aux rendements de certains services urbains des pays d'aval. Les fuites représentent près de 40% de la consommation domestique. Dans les périodes de consommation de pointe le réseau arrive à saturation, il devient stratégique de savoir s'il est plus facile (rentable) d'agir sur les fuites ou de sensibiliser la population à plus d'économie.

La façon dont on agrège les consommations influe beaucoup sur les projections de demande future. Dans le bassin de l'Escaut, les trois pays recensent leurs activités économiques selon des nomenclatures différentes. Pour estimer la demande en eau industrielle future ils utilisent des ratios de consommation par secteur qui sont de ce fait très différents car les secteurs agrègent des activités différentes. Selon le poids de chaque activité dans chaque secteur, l'impact de certaines activités sera négligé, tandis que l'impact d'autres activités sera surestimé et ceci de manière différente selon les pays. Les tendances observées dans chaque partie du bassin sont donc difficilement comparables. Le troisième biais vient des hypothèses de croissance économique. Un service d'eau de qualité induit un développement économique qui bénéficie de la sécurité de l'approvisionnement en quantité suffisante. Comme personne ne souhaite que l'eau devienne le facteur limitant de ce développement, on est incité collectivement à surestimer les besoins. Cela ne porte guère à conséquences tant que le développement se réalise et induit des richesses suffisantes pour payer les investissements. Ce cercle vertueux se brise néanmoins si les effets de la consommation d'eau sur l'environnement (surexploitation, augmentation de la vulnérabilité, ...) entraînent des coûts économiques supérieurs aux bénéfices. Tant qu'il s'agit de biens non marchands ces coûts passent souvent inaperçus et ne sont révélés que lors d'événements exceptionnels (sécheresse, crue, accident,...). Une analyse rétrospective révèle alors que le bilan coûts/avantages

des investissements n'est pas au niveau espéré². Dans le bassin de l'Escaut, ce type de pari sur l'avenir est particulièrement vrai en matière d'investissement en voie d'eau et en infrastructures portuaires. Il est notoirement connu que les investissements portuaires sont non rentables et que la rentabilité des voies d'eau dépend de la politique de taxation des autres modes de transport. Néanmoins la spéculation des affréteurs, la concentration de l'industrie du transport maritime, le jeu subtil de la concurrence et de la complémentarité entre les ports nord européens (Le Havre, Anvers, Rotterdam, Hambourg) induit une surenchère d'infrastructures au détriment des écosystèmes. L'extension des ports d'Anvers et de Rotterdam remettent en cause des sites inventoriés et protégés au titre de directives communautaires (réseau Natura 2000) sans que l'on tienne compte dans les projections économiques des effets induits sur le trafic routier, la pression foncière, les nuisances riveraines, les risques industriels...

Ainsi la tendance de la demande en eau, et corrélativement la tendance de l'offre sont sujettes au débat. Les nouveaux manuels destinés aux ingénieurs recommandent d'utiliser des méthodes analytiques plutôt que globales et d'établir plusieurs scénarios (Valiron et Lyonnaise des eaux, 1994, p 50 à 68). Selon les pays, les modalités de ce débat sont différentes et les arbitrages peuvent être contrastés. Dans le cas de ressources partagées entre plusieurs pays, il y a ainsi de nombreuses raisons pour que les tendances évaluées nationalement pour l'offre et la demande en eau à long terme divergent. Ceci rendra plus difficile la planification conjointe dans un même district hydrographique.

Risque de ne pas atteindre les objectifs environnementaux

L'offre et la demande future en eau étant choisies, comment va réagir le milieu ? Il s'agit d'analyser les processus naturels du milieu, d'évaluer l'impact des pressions anthropiques prévues sur ces processus et d'évaluer toutes les sources d'incertitude et de risque qui peuvent aussi agir sur ces processus dans le sens de la dégradation du milieu.

Les processus naturels sont complexes. La biodiversité observée dans un cours d'eau dépend d'équilibres physiques (maintien du lit, des berges, du niveau de la nappe, du débit du cours d'eau, ...), de la qualité de l'eau (matières en suspension, toxiques, oxygène dissous, ...) et de fonctionnalités du bassin (fréquences de crues, franchissabilité, connexion entre les diverses annexes fluviales, ...). Ces exigences sont interdépendantes à des échelles de temps et d'espace emboîtées (Naiman, Holland et al., 1988). Les risques de ne pas atteindre le bon état écologique concernent différents niveaux d'analyse de ces systèmes complexes. Nous en distinguerons trois.

² Ce type d'analyse a été mené sur les sites miniers. Le coût des opérations de compensation environnementale aux dommages induits par cette activité paraît démesuré parce qu'il n'est évalué qu'aujourd'hui dans sa globalité (Meilliez, 1998)

Le premier risque est politico-économique. Si l'on considère que les pressions anthropiques sont bien connues et que l'écosystème y réagit de façon prévisible, c'est à dire qu'à chaque niveau de pollution ou de dégradation des habitats correspond une plus ou moins grande richesse de l'écosystème, alors l'évaluation des impacts des activités humaines consiste à bien identifier les différents seuils d'impact de la qualité écologique. Le risque de ne pas parvenir à l'objectif environnemental serait alors le risque de ne pas pouvoir réduire les pressions anthropiques au niveau souhaité. Pour discuter de ce risque à l'échelle d'un bassin transfrontalier, il faut :

- ◆ s'accorder sur un état de référence. Qu'est-ce que le bon état écologique de l'Escaut canalisé ? Est-ce le bon état écologique avant chenalisation quand l'Escaut était un fleuve peu profond entouré de marécages ou bien faut-il comparer ce canal à un lac naturel ?
- ◆ convenir d'une mesure de l'état du système qui permette de comparer les évaluations de l'amont à l'aval. La mesure de la pollution organique dissoute exprimée en demande biologique en oxygène n'est pas mesurée de la même façon dans les différents pays du bassin de l'Escaut et exige une intercalibration avant toute comparaison ;
- ◆ se mettre d'accord sur des modèles de réponse du milieu aux différents impacts (facteurs limitants, non linéarités, effets cumulatifs, ...). L'estuaire de l'Escaut a accumulé des sédiments pollués par des toxiques (rejets des activités minières et industrielles) et de la matière organique (faible épuration). Les métaux lourds piégés dans les sédiments sous forme réduite vont-ils y rester si la qualité de l'eau s'améliore et que la teneur en oxygène dissous augmente ou bien cette amélioration induira-t-elle un relargage des métaux lourds sous forme oxydée dans la colonne d'eau ? Aujourd'hui la réponse de l'estuaire à ces nouvelles conditions est controversée.

Le deuxième risque est relatif aux activités dangereuses. Les pressions anthropiques ne sont pas constantes et certaines s'expriment sous forme de risque. La présence d'une usine produisant des substances dangereuses sur un bassin n'empêche pas le bon état écologique de la rivière si ses rejets sont limités. Mais si un accident se produit, le bon état sera compromis. La multiplication d'usines dangereuses augmente le risque de ne pas atteindre l'objectif fixé par la directive cadre. Il s'agit de risques probabilisables. Le bassin de l'Escaut est particulièrement densément peuplé, très industrialisé, la concentration d'activités potentiellement polluantes est grande et la fiabilité des installations industrielles et de dépollution est un grand enjeu pour ne pas saper les efforts de reconquête de la qualité.

Le troisième risque est l'incertitude. L'écosystème ne réagit pas toujours de façon prévisible d'une part parce qu'il est difficile de

savoir si son état est stable ou en évolution et d'autre part parce qu'il est soumis à des facteurs extérieurs dont certains sont mal connus (effet de serre, instabilité géotechnique, ...).

En effet, intrinsèquement les systèmes biologiques possèdent des instabilités et des irréversibilités. Les écosystèmes sont le résultat de leur histoire passée et deux systèmes qui semblent être dans le même état à un instant donné peuvent diverger. Les conditions du maintien de la diversité et des fonctionnalités d'un écosystème sont parfois liées à sa régénération périodique suite à des catastrophes naturelles (crues, glaciation, feux, ...) et des possibilités d'échange avec des écosystèmes voisins constituant une métapopulation. En Europe, le Danube a servi de zone refuge à la faune aquatique pendant les périodes glaciaires. C'est à partir de cette zone refuge que la faune aquatique a pu recoloniser les eaux libérées des glaces lors du recul des glaciers (Lévêque, 2001). Est-ce que cette reconquête pourrait encore se faire aujourd'hui ? La connectivité des fleuves les uns avec les autres a-t-elle été maintenue ?

La deuxième raison qui fait que l'écosystème ne réagit pas toujours de façon prévisible est qu'il existe des facteurs extrinsèques imprévisibles. A l'amont de l'Escaut, le sous-sol minier est instable suite aux extractions de charbon et des tassements lents ont lieu. Ces tassements remettent en cause la topographie et le réseau hydrographique (d'autant plus que les pentes sont très faibles dans la région), parfois même l'hydrogéologie. Ainsi deux masses d'eau qui semblent indépendantes pourraient se rejoindre et la pollution de l'une affecter l'autre. Tous les efforts entrepris pour reconquérir le bon état écologique de la masse d'eau affectée seraient ainsi ruinés.

Ces différents risques, risque de ne pas réussir à mettre en place la politique de reconquête des milieux, risque probabilisable des activités dangereuses et incertitudes, dont l'évaluation est difficile mais l'existence connue, devraient inciter les responsables de la planification à envisager plusieurs cas possibles et construire des indicateurs permettant de se situer au cours du temps en fonction de ce qu'il arrive sans être pris au dépourvu et à court d'argument juridique en cas de litige.

Définition des mesures possibles

En matière de restauration des milieux, on distingue traditionnellement les actions correctrices et les actions de prévention à la source. Les politiques environnementales privilégient les secondes. Sans que ceci soit démontré dans la littérature, on considère souvent que les actions préventives sont moins coûteuses. Dans les faits, les actions de prévention à la source sont peu mises en œuvre. Elles ont pour point commun d'être des solutions pauvres en capital et riches en main d'œuvre (Glachant, 2002), pour lesquelles on trouve peu de porteurs de projet et beaucoup d'oppositions. En outre, ces solutions nécessitent parfois une modification de politiques publiques dans

d'autres secteurs (politique agricole, politique fiscale), ce qui est long et difficile.

Reprenons le cas des ressources en eau utilisées pour l'eau potable dans la région de Lille. La ressource principale est la nappe de la craie menacée en qualité par les nitrates et les pesticides et en quantité par une surexploitation. Les actions à la source sont particulièrement difficile à mettre en œuvre. Les actions à la source contre la pollution sont impopulaires. Les actions à la source pour limiter la consommation ne trouvent pas de promoteurs.

Pour agir à la source pour limiter ces pollutions qui sont majoritairement dues à l'agriculture intensive, il est possible, parmi les mesures envisageables, de taxer les intrants, d'enherber les bords de fossés pour éviter une percolation directe des polluants dans les eaux de surface, de favoriser le boisement des berges de cours d'eau ou de sensibiliser les agriculteurs à un usage plus raisonné des intrants. Pour taxer les intrants en tenant compte de leur effet polluant, il faudrait pouvoir moduler les taxes en fonction du bilan azoté sur chaque sol, ce qui rend le recouvrement de cette taxe difficile. Si la taxe n'est pas assise sur le pouvoir polluant, mais sur les quantités d'engrais achetées, l'usage des engrais organiques ne sera pas pris en compte. Les solutions de type modification de l'occupation du sol (enherbement, boisement) se heurtent à des politiques fiscales du foncier qui sont fondées sur les potentialités des terres (valeur marchande) et ne tiennent pas compte de la valeur des cultures effectives. De même, la politique agricole commune de l'Union Européenne subventionne la mise en jachère pour des parcelles d'une largeur minimale, ce qui exclut les bandes enherbées. Quant aux actions de sensibilisation et de formation à destination des agriculteurs visant un usage plus raisonné des intrants, il s'agit d'actions peu coûteuses en capital mais en main d'œuvre. Ces actions sont peu subventionnées par les pouvoirs publics, les enveloppes financières consacrées à ces actions sont très inférieures à celles consacrées aux investissements de dépollution (Glachant, 2002).

Pour agir à la source contre la surexploitation, il faut limiter les consommations. Pour cela, on peut limiter les pertes des réseaux par un meilleur entretien et des diagnostics sur les secteurs les plus touchés. On peut aussi sensibiliser les consommateurs à un usage plus économe. Dans les deux cas il s'agit de cibles multiples (fuites ou consommateurs) qui ne peuvent être atteintes que par un renforcement d'une présence de terrain et des campagnes de mesures et de communication, peu coûteuses en investissement mais en main d'œuvre et en temps. Il faut ajouter que les réseaux de collecte des eaux usées existants qui ont été dimensionnés pour une consommation d'eau élevée fonctionneraient de manière moins efficace si la consommation en eau diminuait. Le système de gestion est globalement plus favorable à des mesures qui augmentent la consommation et l'investissement.

Evaluation des coûts des mesures

Le calcul économique consiste à donner des valeurs à des fonctions (utilité, coût, demande, ...) qui sont définies avec des hypothèses et sous certaines contraintes. L'économie ne peut calculer des coûts qu'à partir d'un chemin qui lui préexiste. On peut choisir un scénario tendanciel et évaluer le coût (ou le bénéfice) des mesures prises par rapport à ce scénario mais il faut être conscient du biais qu'induit ce scénario. Avec deux scénarios différents, on peut avoir des mesures rentables dans un cas et non rentables dans un autre.

En effet, le coût d'une mesure n'est pas uniquement le coût de sa mise en place (coût de transaction, coût de communication, ...) mais également ses répercussions sur la vie économique. Ces répercussions se calculent en comparant des coûts et des bénéfices escomptés sans la mesure avec des coûts et bénéfices escomptés avec la mesure. Il est donc nécessaire d'établir des projections sur les coûts et bénéfices futurs. Il s'agit d'un nouvel exercice de prévision, dans lequel on cherche à étudier les conditions économiques liées à l'utilisation de l'eau. Est-ce qu'une offre abondante en eau favorise ou non le développement économique ? La question est d'autant plus difficile dans le bassin de l'Escaut que les disparités de richesses sont très fortes et que les régions les plus pauvres sont celles qui sont les plus riches en eau. Les réserves d'eau de l'amont constituent-elles un moteur de développement pour l'avenir ou bien des ressources mal utilisées ? Ces débats sont envenimés par les rivalités régionales et les barrières linguistiques et culturelles.

Pour illustrer l'importance du choix du scénario de base dans l'évaluation économique des mesures et sa composante idéologique, reprenons comme exemple la distribution d'eau potable dans une région industrielle telle que Lille³, où la demande en eau et la pollution ont continuellement augmenté. Ceci a induit des coûts de développement du réseau, puis des coûts de traitement, éventuellement des coûts d'adduction d'eau liés à des ressources de plus en plus éloignées. On peut considérer en simplifiant que les coûts correspondants sont répercutés sur la facture d'eau qui augmente par paliers. On peut alors faire deux hypothèses.

Première hypothèse, si le développement économique induit par l'équipement toujours plus coûteux est tel qu'il permet de financer l'expansion du service⁴, toute mesure visant à stabiliser

la consommation d'eau serait non rentable et rendrait le service déficitaire. Ce serait une mesure aberrante qui saperait les fondements du développement.

A l'inverse, deuxième hypothèse, si la course vers une ressource en eau toujours plus lointaine et plus coûteuse n'induit plus de développement économique, parce que les entreprises ont découplé leur production de la consommation d'eau ou que pour différentes raisons le développement économique stagne, alors toute mesure visant à stabiliser la consommation permettrait de faire l'économie de nouveaux investissements hydrauliques et permettraient d'utilisation des fonds correspondants à d'autres fins. Elle pourrait alors être particulièrement rentable.

Qu'est-ce qui permet de choisir entre les deux hypothèses ? C'est une question de conviction sur la nature du développement futur. Remarquons que la comparaison des deux hypothèses est rarement faite et que les prévisions sont souvent construites par des filières de production qui ont intérêt à défendre des hypothèses de développement économique croissant sans remettre en cause les structures de production⁵.

Les outils prospectifs utilisables pour ces exercices en contexte transfrontalier

Il existe de nombreuses typologies de prospective, selon que l'on s'intéresse aux méthodes de construction des scénarios, aux types de scénarios, aux modes de restitution, à leur utilisation ... Nous utiliserons les classifications établies par Ruijgh-van der Ploeg et Verhallen (2002) pour représenter la variété des méthodes de prospectives. Nous en retiendrons deux qui apportent un éclairage utile pour les exercices mentionnés plus haut (voir tableau 1).

Ces auteurs distinguent les processus convergents, qui partent d'une multitude de scénarios et par fusion et élimination restreignent le champ des possibles, des processus divergents qui établissent au départ les variables les plus significatives pour explorer le futur et choisissent des combinaisons de valeurs pour ces variables afin d'obtenir des scénarios contrastés. Une autre classification utilisée par ces auteurs et qui nous semble très intéressante pour notre étude est basée sur la source d'expertise à l'origine des données servant à la prospective. Il peut s'agir de séries chronologiques de données dans les méthodes tendancielles, de modélisation dans les méthodes structurelles, de dires d'experts pour les méthodes normatives qui ont en outre comme particularité d'être construite à partir de l'image finale et

³ Nous avons évoqué cet exemple lors de l'évaluation à long terme de l'offre et la demande et le biais lié aux hypothèses de développement économique.

⁴ C'est à dire que les consommateurs plus riches acceptent de payer leur eau plus chère et que globalement la richesse induite régionalement par ce service d'eau est positive et croissante

⁵ Les filières de production qui ont réalisé des prévisions sont les producteurs d'électricité, les services d'eau et les ports maritimes, les premiers soulignent les risques de pénurie d'énergie et d'eau potable, les derniers les risques de saturation des infrastructures portuaires et fluviales. Le caractère stratégique de ces prévisions fait que ces documents sont souvent confidentiels (IWACO et DHV, 1999 ; IWACO, 2001) .

non pas à partir du passé (méthode backcasting) ou de construction collective d'acteurs impliqués dans une stratégie commune dans le cas des méthodes participatives. Naturellement les cloisons entre ces méthodes sont poreuses et l'on peut avoir des méthodes participatives tendancielle, des dire d'expert basés sur de la modélisation, etc.

Nous avons dit en introduction que la prévision et la projection pouvaient être considérées comme des prospectives d'un type particulier. En effet, ces deux exercices trouvent leur place dans ce tableau. La projection est une prospective construite avec une méthode tendancielle, la prévision peut-être tendancielle, structurelle ou établie sur dire d'experts. Ces deux exercices ont comme particularité de ne donner lieu qu'à un scénario. Il ne faudrait cependant pas penser pour autant que cette unicité est un

gage de consensus et qu'en faisant l'économie de l'analyse de l'éventail des possibles on peut bâtir un scénario tendanciel commun pour l'évolution d'une ressource partagée en respectant les intérêts amont / aval et la pluralité des usages. Il y a fort à parier en effet que dans un tel cas, les prévisions disponibles seront établies par des filières de production consommatrices d'eau, avec les biais évoqués en partie 2 (demande influencée par l'offre, agrégée et couplée au développement économique). Ces filières ne prennent pas en compte dans leurs prévisions les modalités assurant la cohérence inter-filières de leurs scénarios, c'est à dire les effets de compétition entre filières ou services, le cumul de leurs impacts les contradictions éventuelles entre leurs hypothèses. Ainsi, un scénario de base fabriqué par agrégation de prévisions à toutes les chances de ne pas être cohérent.

Modalité assurant la cohérence de chaque scénario			
Processus convergent menant au consensus Il s'agit d'un processus itératif, où l'on fusionne à chaque étape des scénarios proches en éliminant les incohérences. Ex. Scénario Mont Fleur pour l'Afrique du Sud (Sunter, 1992)		Processus divergent et exploratoire Il s'agit de définir au départ les principales sources de divergence possible (principaux moteurs de changement) des situations futures et d'en déduire des combinaisons de possibilités imposées. Ex. Europe 2010 (Bertrand, Michalsky et al., 1999)	
Sources d'expertise			
Méthodes tendancielle L'expertise est apportée par des séries de données du passé avec l'hypothèse de continuité des tendances.	Méthodes structurelles L'expertise est apportée par l'analyse du système et des variables agissant sur le système. ex. modèle Meadows (Meadows and Club de Rome 1972)	Méthodes normative ¹ L'expertise est apportée par un ou plusieurs experts qui proposent leur vision du futur le plus probable. ex. Méthode Delphi (Linstone and Turoff 1975)	Méthodes participative L'expertise est apportée par un groupe d'acteurs impliqués dans une stratégie commune dont la prospective n'est qu'une étape. ex. Search conferences (Glenn 1994)

Tableau 1. : Classification des pratiques de prospectives, adapté d'après T. Ruijgh-van der Ploeg & J.M. Verhallen (2002)

¹ Le terme de méthode normative fait référence ici à ce que des experts considèrent comme probable. On utilise aussi le terme de méthode normative en français pour traduire le terme "backcasting" c'est à dire une méthode de construction de scénario qui prend comme point de départ une image prédéfinie du futur et qui construit un récit crédible pour y parvenir, par opposition aux méthodes forecasting qui construisent le futur à partir d'images du présent. T. Ruijgh-van der Ploeg & J.M. Verhallen ne présentent pas cette distinction de méthodes ici mais elle est souvent employée dans la littérature.

Nous plaçons donc pour une première étape assumant cette divergence, permettant de mettre en lumière les biais, risques et incertitudes identifiés dans les parties précédentes, puis une seconde étape assurant la convergence vers un scénario qui serait cohérent grâce à des choix.

En reprenant les exercices auxquels nous convie la directive cadre, nous proposons d'utiliser chaque méthode pour mettre en lumière les biais et les incertitudes identifiées dans les parties précédentes (voir tableau 2).

Concernant la demande en eau, les méthodes tendancielle et structurelles utilisées par des secteurs d'activité différents, des communautés différentes, donnent des scénarios incomplets, incompatibles ou divergents qui permettent de lancer le débat sur les facteurs qui influencent les différentes composantes de cette demande.

C'est la méthode qui a été appliquée sur le bassin de l'Escaut, sur lequel le projet Scaldit met en œuvre la directive cadre de façon rapide afin de servir de pilote. La construction du scénario tendanciel se base sur une analyse des principales variables agissant sur le système (analyse structurelle utilisant le modèle DPSIR¹). « L'analyse rétrospective des éléments caractéristiques de chaque force motrice permet d'en comprendre l'évolution (par exemple la pression induite par les industriels dépend à la fois du nombre, du type d'industriels présents et des modalités de gestion de leurs prélèvements et leurs rejets) sur la base des différentes données mobilisables. Il s'en dégage une tendance d'évolution (méthode tendancielle), prolongeable par extrapolation mathématique (le plus généralement sur une base logarithmique ou linéaire) conduisant à une première valeur " 2015 ". La tendance calculée est alors corrigée au vu de l'évolution des autres variables liées. Le système défini au cours de la première étape de l'étude nous a donc permis de ne pas oublier un lien identifié entre forces motrices. » (Ernst & Young, 2004) Ces hypothèses concernant les variables influençant le système sont soumises à discussion avec des acteurs locaux. Puis elles sont traduites en terme de pression puis d'impact sur le milieu. Concernant la demande en eau domestique, les auteurs de ce rapport concluent sur la partie française du bassin « que la combinaison de la stabilité de la population et des consommations moyennes devrait pérenniser le niveau de la demande domestique (et assimilée) en eau. La répartition de la population sur un nombre de ménages plus important est en revanche susceptible de favoriser des consommations plus élevées. Nous proposons donc de tableur sur la stabilité des volumes des prélèvements effectués par les collectivités, à condition que le réseau d'adduction d'eau potable reste d'une fiabilité et d'une qualité équivalentes ». Comme par ailleurs la

ressource en eau de qualité diminue tendanciellement (pollution par les nitrates et pesticides et surexploitation) « des modifications profondes du schéma général d'adduction de l'eau potable sont donc à prévoir, probablement au prix d'études et de discussions assez longues entre les acteurs pour aboutir à une solution nécessairement concertée. » (Ernst & Young, 2004).

Cependant, modèles et chroniques de données étant largement conditionnées par les intérêts des filières existantes utilisatrices², ces deux méthodes produiront rarement des scénarios de rupture où la demande cesse de croître grâce à des modes de développement découplés de la consommation de l'eau. Certes la directive cadre n'exige qu'un scénario tendanciel, mais il a pour effet pervers de conforter les projets qui prolongent les tendances. Ainsi le comité de pilotage du scénario tendanciel sur la partie française du bassin avoue *mezzo voce* s'être autocensuré pour ne pas risquer de légitimer dans un document public certains projets qui n'ont pas reçu l'aval des autorités publiques. Pour construire des scénarios de rupture, il faut adopter une démarche spécifique (méthode normative) qui se donne comme objectif un scénario de découplage. Ceci permet alors de mettre en débat des éléments que les principaux utilisateurs d'eau actuels n'auraient pas forcément soulevés, mais qui donnent un sens au développement durable. Ceci ne préjuge pas des choix nécessaires sur le niveau d'équipement, sur la répartition des ressources en fonction des usages et des différentes parties d'un bassin, notamment quand celui-ci est international.

Le fleuve Escaut est ainsi victime de tendances non durables qui se perpétuent parce qu'on ne remet pas en cause les hypothèses qui justifient cette fuite en avant. Une des ressources en eau de l'agglomération de Lille est l'aquifère carbonifère partagé entre la Flandre et la Wallonie belges et la France. Entre le début du XX^{ème} siècle et aujourd'hui son niveau piézométrique a chuté de 40 mètres du fait de sa surexploitation (Beckelynck et al., 1983). Les autorisations de prélèvement accordées pour les différents usages n'ont jamais pris en compte la totalité des prélèvements de cet aquifère du fait du cloisonnement des données entre pays et régions. En contexte transfrontalier, il y a un aspect stratégique à ignorer les prévisions des voisins pour l'appropriation de la ressource que l'on peut dépasser si l'on fait entrer dans le débat des acteurs qui n'ont pas d'intérêt dans cette compétition.

¹ Méthode d'analyse des effets anthropiques sur l'environnement développée par l'agence européenne de l'environnement et l'OCDE (OCDE, 2004)

² Il ne s'agit pas de faire le procès de la validité des chiffres et modèles produits par les filières consommatrices d'eau, mais de constater que d'une part ce sont vers elles que l'on se tourne quand on cherche de l'information sur la demande en eau et non vers les filières qui consomment peu et d'autre part que ces filières ne collectent des données et ne modélisent que pour répondre à leurs propres demandes.

	Objet étudié	1 ^{ère} phase divergente	Eléments de débats mis en évidence
Méthodes tendancielle	Demande en eau	Incompatibilité des prévisions des différents secteurs	Limite des tendances, influence de l'offre sur la demande
	Milieu	Evolution du milieu en prenant en compte différentes échelles de temps, stabilité ? réversibilité ?	Conditions de stabilité, fonctionnalités nécessaires pour garantir la productivité et la diversité du milieu
Méthodes structurelles	Demande en eau	Désagrégation de la demande, évolution indépendante des différentes composantes.	Diversité des actions possibles
	Réponse du milieu	Comparaison de modèles	Incertitudes et risques
Méthodes normatives	Demande en eau	Découplage entre le développement économique et la consommation	filières économiques peu consommatrices
	Etat de référence	Bon état écologique selon différents experts	Incertitudes et risques
		2 ^{ème} phase convergente	Eléments de débats à conserver
Méthodes participatives	Demande en eau	Choix du niveau d'équipement souhaité et de la demande correspondante	Actions possibles sur les différentes composantes de la demande pour ajuster offre et demande.
	Etat du milieu	Objectifs de gestion	Incertitudes et risques, indicateurs d'évolution des fonctionnalités du milieu, de sa productivité et diversité.

Tableau 2. : Utilisation des différents types de prospective pour construire un scénario de base commun sur une ressource partagée.

Concernant le milieu, le diagnostic que l'on peut porter sur un écosystème dépend de l'échelle de temps à laquelle on l'observe. Les grands cycles qui ont perturbé les écosystèmes que nous connaissons nous enseignent quelles ont été les conditions de repeuplement, les tailles critiques, les perturbations nécessaires, les connections à maintenir. Face aux incertitudes telles que les changements climatiques, et aux risques comme les accidents technologiques, il est important de définir le milieu non pas seulement comme sa composition actuelle mais sa dynamique et ses potentialités de récupération suite à une catastrophe. Les méthodes rétrospectives et prospectives permettent d'enrichir notre compréhension des dynamiques naturelles. On peut ainsi mettre en débat l'état de référence choisi pour qualifier le milieu selon qu'on lui laisse ou non la possibilité d'évoluer et les objectifs de gestion.

Les pays riverains de l'Escaut n'envisagent pas tous le recours à la modélisation pour évaluer la réponse du milieu aux évolutions tendancielle des pressions. En France, l'Etat considère que les modèles peuvent être une solution en cas de données insuffisantes sur la qualité des eaux superficielles actuelles mais sans obligation. L'utilisation d'un tel modèle pour traduire les

pressions en impact n'est pas évoqué. A l'inverse le ministère Flamand de l'environnement (VMM) se lance résolument dans la modélisation sur l'Escaut en considérant que seule cette modélisation permet d'avoir une vision globale de la qualité actuelle des rivières en évaluant la relation immission-émission. Le VMM justifie la modélisation comme « une façon scientifique et plus fine de soutenir les résultats, un traitement des données et calcul des résultats de façon approfondie, systématique et méthodologique, un calcul des résultats dans tous les points de toute rivière modélisée, une présentation plus attractive des résultats et un moyen d'effectuer des simulations futures » (Ronse, 2003).

Conclusion

Face à la diversité des exercices prospectifs demandés par la directive cadre (prévision de l'offre et la demande en eau à long terme, risque de ne pas atteindre l'objectif de bon état écologique, comparaison économique des diverses actions possibles) et la difficulté de leur déclinaison à différentes échelles du service d'eau à l'ensemble d'un bassin, il est tentant de trouver une méthode passe-partout simple et rapide qui permette de converger rapidement vers un scénario unique. En sélectionnant

les acteurs qui influent le plus sur la ressource et en agrégeant leurs prévisions, on peut répondre assez rapidement aux questions prospectives évoquées dans la directive cadre. Cependant cette réponse hâtive comporte de multiples incohérences parce que les différentes filières consommatrices ne construisent pas leurs prévisions en tenant compte de celles des autres. De plus cette méthode renforce le poids des filières actuelles, quitte à cautionner leurs pratiques non durables.

Il peut être difficile néanmoins de convaincre les autorités chargées de la planification de s'engager dans des exercices de prospective non conformiste et qui demandent du temps. Il est probable que c'est dans les bassins transfrontaliers que les démarches prospectives s'imposeront. En effet les acteurs qui influent le plus sur la ressource ne pourront pas être choisis sans débat, car les activités correspondantes ne bénéficient pas à l'ensemble du bassin. Les différentes autorités nationales chargées de la planification proposeront des hypothèses divergentes. On constatera alors que cette première phase de divergence, loin d'être inutile permet de mieux connaître les systèmes étudiés et que les actions envisagées appréhendent mieux les risques et les incertitudes que la planification ne réduit pas.

Biographie de l'auteur

Gabrielle Bouleau est ingénieur du Génie Rural, des Eaux et des Forêts. Ses recherches portent sur l'utilisation de la prospective pour la gestion durable des fleuves. Elle a testé pour le compte du groupe d'experts européens WATECO¹ les modalités d'application du volet économique de la directive cadre européenne² sur l'eau sur des cas simplifiés.

Bibliographie

Agence européenne de l'environnement (1998). L'environnement en Europe: Deuxième évaluation.

Barraqué, B. (2002). Une eau qui déborde les modèles économiques ? Faisons flotter quelques malentendus. SHF colloque eau et économie.

Beckelynck, J., M. Besbes, et al. (1983). "Pour une gestion intégrée des ressources en eau souterraine et superficielle. Le cas de l'alimentation en eau potable de la Métropole Lilloise (Nord France)." *Hydrogéologie - Géologie de l'ingénieur* n°3: pp. 183-193.

Bertrand, G., A. Michalsky, L.R. Pench (1999). *Scenarios Europe 2010 - Five possible futures for Europe*, Forward studies unit, Commission européenne.

Bonnin, J. (1986). *Hydraulique urbaine*. Paris, Editions Eyrolles.

¹ Les quinze pays membres de l'Union Européenne ont convenus de définir ensembles avec l'aide de la Commission des modalités d'application communes de la directive cadre sur l'eau d'octobre 2000. Pour l'application du volet économique (articles 5 et 9 et annexe III) Groupe d'experts nommés par les ministres de l'environnement des quinze pays membres de l'Union pour définir des modalités d'application du volet économique.

² Directive 2000/60/CE du parlement Européen et du conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau

Bouleau, G. (2000). Proposition de vision à long terme pour la gestion internationale de l'Escaut. Douai

Montpellier, Agence de l'eau Artois-Picardie ENGREF: 42 p.

Bouleau, G. (2002). Mise en œuvre de la directive cadre 2000/60/EC - Définition d'une méthodologie pour la prospective en gestion concertée dans le cas de fleuves transfrontaliers - le cas de l'Escaut. Paris Ministère de l'écologie et du développement durable Montpellier, ENGREF, 70 pages.

Bresson, S. (2000). La baisse de la consommation d'eau chez les gros consommateurs en France. Synthèses techniques ENGREF - OIEau.

CIPE (1994). Rapport : la qualité de l'Escaut - 1994: 106 p.

Cosgrove, W.J.; Rijsberman, F.R. (2000) World water vision. Making water everybody's business. 2nd World Water Forum, La Hague (NL), 2000/03/17-22, World Water Council, Earthscan Publications Ltd, 87 p.

Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement (2000). L'Environnement Wallon à l'aube du XXIe siècle - approche évolutive, Ministère de la région Wallonne et IGEAT-ULB.

Dupont, A. (1978). *Hydraulique urbaine*. Paris, Editions Eyrolles.

Ernst & Young (2004). Elaboration du scénario de référence à l'horizon 2015 sur le Bassin Artois Picardie. Définition des hypothèses d'évolution des variables. Douai, Agence de l'eau Artois Picardie et DIREN Nord-Pas-de-Calais: 58 pages.

Glachant, M. (2002). Cours de DEA Economie de l'environnement et des ressources naturelles, Ecole des Mines de Paris.

Glenn, J. C. (1994). Participatory methods, AC/UNU Project ; Futures Research Methodology, United Nations University.

IFEN (2002). L'environnement en France. Paris, La découverte.

IWACO et DHV (1999). Aménagement de la Meuse aux Pays-Bas : le projet Zandmaas / Maasroute - Note de Tracé / Etude d'Impact. Maastricht, De Maaswerken: 29 pages.

IWACO (2001). Etude des Ressources en Eau de la Métropole Lilloise. Lille, Agence de Développement et d'Urbanisme de Lille Métropole pour le compte du Syndicat Mixte du Schéma Directeur de l'Arrondissement de Lille: 60 pages.

Lévêque, C. (2001). *Ecologie de l'écosystème à la biosphère*, Dunod.

Linstone, H. A. et M. Turoff, Eds. (1975). *The Delphi Method, Techniques and applications*, Adison-Wesley.

Meadows, D. et Club de Rome (1972). Halte à la croissance ? Rapport Meadows, Fayard.

Meijerink, s. V. (1998). Conflict and cooperation on the Scheldt River Basin. Delft, TU-DELFT: 373.

Meilliez, F. (1998). "Un exemple fructueux de développement non durable : le bassin minier Nord-Pas-de-Calais" *Responsabilité et environnement* (n°12), pp 53-60.

Naiman, R. J., L. L. Holland, H. Décamps, P.G. Risser (1988). "A new UNESCO program : research and management of land/inland water ecotone." *Biology international* (special issue 17), pp107-136.

OCDE (2004). OECD environmental Indicators - development, measurement and use. Environmental Performance and Information Division: 37 pages.

Ploeg, T. R.-v. d. et A. Verhallen (2002). Envisioning the future of transboundary river basins with case-studies from the Scheldt river basin. TU Delft et Wageningen University, 73 pages.

Ronse, Y. (2003). Le projet PEGASE - Bassin hydrographique de l'Escaut. Scaldit workshop Scénarios Project P02, Bruxelles.

Sunter, C. (1992). *The New Century - Quest for the High Road*, Global Business Network.

Valiron, F. et Lyonnaise des eaux, Eds. (1994). *memento du gestionnaire de l'alimentation en eau et de l'assainissement*. Paris, Tec et Doc Lavoisier.

Verhallen, A., M. Huygens, M. Ruijgh-Van der Ploeg, G. Bouleau, P. Meire (2001). Shifting system boundaries in vision-building for river basin management. 6th IAHS scientific assembly, Maastricht.

WATECO (2002). *Economics and the Environment. The implementation challenge of the Water Framework Directive. A guidance document*. adopté à Valence (Espagne).

Régulariser le débit du fleuve

Le Nil est un fleuve complexe (figure.1), ne fut-ce que par sa longueur (6 671 km) et par la superficie de son bassin versant (2 850 000 km²), deux données qui contrastent avec la médiocrité de son débit mesuré à Khartoum, soit 2 500 m³/s. En fait, l'apport moyen annuel évalué à 84 km³ sur ce même site, peut varier de 34 (1947) à 120 km³ (1878) selon les années de faible ou forte hydraulicité. Et comme l'essentiel des débits s'écoule entre août et novembre avec un maximum marqué correspondant au mois de septembre, ces écarts se traduisent très vite par des étiages et des crues également catastrophiques¹. Ce régime contrasté dont les débits mensuels moyens mesurés à Khartoum varient entre 520 m³/s en mai et 8 500 m³ en septembre (figure 2) tient au fait que l'essentiel des débits se forme sur les hautes terres éthiopiennes qui sont soumises à un régime tropical et alimentent le Nil bleu sans subir de déperdition, alors que le Nil blanc issu de la zone équatoriale dissipe l'essentiel de ses eaux par évaporation dans les vastes marais du Bahr-el-Ghazal, de Kenamuke et de Machar. Du moins, son maigre débit résiduel joue-t-il un rôle essentiel dans le maintien de l'écoulement entre les mois de février et de juin. Dans un bilan établi à l'échelle du bassin, le fait essentiel, celui qui prête à de multiples spéculations, est la déperdition de 53 km³ pour un apport théorique annuel de 137 km³, ce qui ne laisse au final que 84 km³ mesurés à l'entrée du territoire égyptien. Encore faut-il observer que bien avant la zone de confluence, la traversée de la zone désertique se traduit par une constante déperdition de sorte qu'à l'état naturel, on ne mesurerait que 63 km³ à l'apex du delta (tableau 1).

Pays	Apports (km ³ /an)*	Déperdition par évaporation	Écoulement naturel sortant du territoire (km ³ /an)
Kenya, Ouganda, Tanzanie,			
Burundi, Rwanda	91	54	27
Ethiopie, Erythrée	91	1	90
Soudan			
Bahr-el-Ghazal	15	14	1
Autres bassins	5		83
Affluence des pays d'amont	117	39	84
Total Soudan	137	53	84
Egypte Affluence de l'amont	84	21	63

(naturel théorique)

Tableau 1 : Apports, déperditions et écoulements naturels dans les pays du bassin du Nil. Source : OSS-FAO. *Apports dans les hauts bassins productifs.

¹ Cf. Genèse XLI 1-36

En fait, le régime « naturel » du fleuve ne constitue qu'une référence théorique depuis la construction du premier barrage d'Assouan en 1902. Depuis cette date, de multiples ouvrages de stockage ont été réalisés avec, notamment, le réservoir de Sennar à l'amont de la Djézireh soudanienne et le relèvement du seuil à la sortie du lac Victoria. D'autres projets concernent le lac Tana et la Quatrième cataracte. Dans ce contexte, l'ouvrage d'Assouan constitue le dernier maillon d'une chaîne commandée par les Etats riverains d'amont. Cette situation de dépendance est à l'origine d'un « complexe d'aval² » souvent évoqué par les Egyptiens.

Cette dépendance qui pourrait évoluer de façon dramatique dans un proche avenir ne constitue que l'un des griefs portés à l'encontre du Haut-barrage. Parmi ceux-ci, le rôle de machine évaporatoire avec un prélèvement par évaporation qui totalise 10 km³ par an et induit un accroissement de la salinité des eaux qui passe de 160 mg/l au niveau de Wadi Halfa, à 225 mg/l en aval d'Assouan. S'y ajoutent la perte des limons qui constituaient un apport fertilisant renouvelé chaque année dans l'état antérieur, l'agressivité érosive des eaux décantées à l'aval de la retenue et la substitution d'un régime lentique à un régime lotique. Au niveau du delta, la disparition des apports solides se traduit par l'érosion du littoral et un recul de la ligne de rivage, difficilement contré par la mise en place d'enrochements qui sont progressivement déstabilisés et qui n'entravent pas les ingressions d'eau de mer dans le sous-sol. D'autres études – au vrai peu crédibles – ont fait état d'un risque sismique consécutif au poids de la masse d'eau sur le substrat rocheux. De façon plus sérieuse, il se pourrait qu'en dépit de sa capacité de stockage, l'ouvrage ne soit pas à même de sécuriser la production agricole dans le cas, nullement hypothétique, d'une sécheresse prolongée sur plus de deux années, puisque sa capacité de stockage utile serait seulement de 90 km³.

Face à ces critiques, il faut porter à l'actif du barrage une capacité de régulation modulable en fonction d'un calendrier agricole qui nécessite le lâcher de 7 km³ en juillet contre 3 km³ en décembre. Concrètement, ce dispositif a permis le passage d'une récolte annuelle commandée par la crue à une utilisation continue du sol permettant deux à trois récoltes par an. A cela s'ajoute la progression des surfaces cultivées qui sont passées de 5,2 M² de feddans³ en 1952 à 7,5 M² en 2002. Cela dans un pays désertique ou la vallée du Nil fait figure d'une oasis à l'échelle d'une nation.

Logique et dérives du projet

Rétrospectivement, la véhémence des critiques portées à l'encontre du barrage ne peut s'expliquer qu'en fonction du contexte politique à l'époque de sa mise en œuvre. Initialement soutenu par la Banque Internationale pour le Développement et les Etats-Unis dans un contexte d'unanimité entre les décideurs économiques, les instances internationales et les techniciens, le

² Le *downstream complex* de P. Beaumont (1994)

³ 1 feddan = 0,42 ha.

projet a été vilipendé lorsqu'il a perdu la garantie américaine et britannique suite à la nationalisation du canal de Suez en 1956. L'opprobre, alors jetée sur l'ouvrage, s'est aggravée lorsque les Soviétiques ont offert leur aide financière et technique pour la poursuite du chantier. Cette aide a eu pour contrepartie la mise en œuvre d'une politique de socialisation de la terre avec pour principaux ressorts, la limitation de la grande propriété à 50 feddans et la distribution des terres expropriées aux métayers qui les cultivaient ; la création sur les terres bonifiées à l'ouest du delta, de coopératives agricoles conçues sur le modèle soviétique du kolkhoze ; la création sur ces mêmes terres de vastes exploitations collectives sur le modèle du sovkhoe (Bakre et collabs, 1980). Ces réformes qui ont porté sur près d'un million de feddans dont 400 000 pour les coopératives avaient pour principal objectif moins la satisfaction des aspirations foncières de la paysannerie que la légitimation du gouvernement né du coup d'Etat militaire de 1952.

La Réforme agraire n'explique pas tout et on ne peut comprendre la logique d'un projet pharaonique qu'en admettant que le Haut-barrage constitue le pendant à l'époque contemporaine, de ce que furent en leur temps les pyramides. En témoigne le discours inaugural de la centrale par Anouar-el-Sadate : « *après les pyramides des pharaons, le Haut-barrage restera la plus grande construction érigée par les Egyptiens au cours de leur Histoire* ». De là à soutenir comme le fait T. Allan (1983) que les grands ouvrages ne sont que des fantaisies dont l'objectif premier serait la satisfaction de l'ego des grands hommes, il y a un pas qu'on peut ne pas franchir : la construction du barrage a rempli de fierté tout un peuple longtemps opprimé par le colonialisme et qui a totalement souscrit au propos de Nasser pour qui le barrage était ... « *l'expression matérialisée de la toute puissance des peuples lorsqu'ils décident que rien ne doit prévaloir sur l'affirmation de leur souveraineté et la sauvegarde de leur dignité nationale* »⁴.

Quoi qu'il en soit, et Nasser disparu en 1970, un retour au libéralisme s'est effectué de façon progressive et sans heurts : les attributaires de parcelles ont pu garder celles-ci jusqu'à ce qu'elles leur soient reprises par les usuriers ; les terres des coopératives ont été redistribuées aux coopérateurs ; les terres des grandes fermes collectives ont été vendues, soit à des entrepreneurs parmi lesquels quelques spéculateurs caiotes soit à des dignitaires des monarchies pétrolières opérant sur de vastes superficies. Dans la région de Balbeis, beaucoup de terres proches de la route du canal ont été vendues à des agriculteurs venus du delta et travaillant sur des lots pouvant atteindre jusqu'à trois hectares. L'Etat a d'ailleurs gardé une certaine maîtrise sur les terres nouvellement bonifiées et il continue à fonder de nouveaux villages où les fellahs tiennent moins de place que les « diplômés » issus des écoles d'agriculture, regroupés en coopératives gérant à la fois un lot dont la superficie varie entre un et cinq hectares selon la qualité des sols, une dotation en eau et l'utilisation d'un matériel mécanique léger. En fait, sur ces terres nouvellement conquises, l'intérêt se porte souvent moins sur les activités agricoles que sur la création de villages pourvus d'infrastructures médicales, scolaires et commerciales regroupées autour de la mosquée. Ces villages, souvent forts de plusieurs milliers d'habitants, comptent moins d'agriculteurs que de non agriculteurs travaillant dans des entreprises artisanales ou industrielles.

L'impossible pari de l'autosuffisance alimentaire

L'objectif de la Réforme agraire était double : d'une part, satisfaire les aspirations foncières d'une population qui comptait encore 65% d'agriculteurs dans la population active ; d'autre part, accroître les superficies cultivées et intensifier leur productivité de façon à garantir dans la mesure du possible l'autonomie alimentaire du pays.

⁴ Gamal Abd-el-Nasser, Discours d'Assouan, premier janvier 1963.

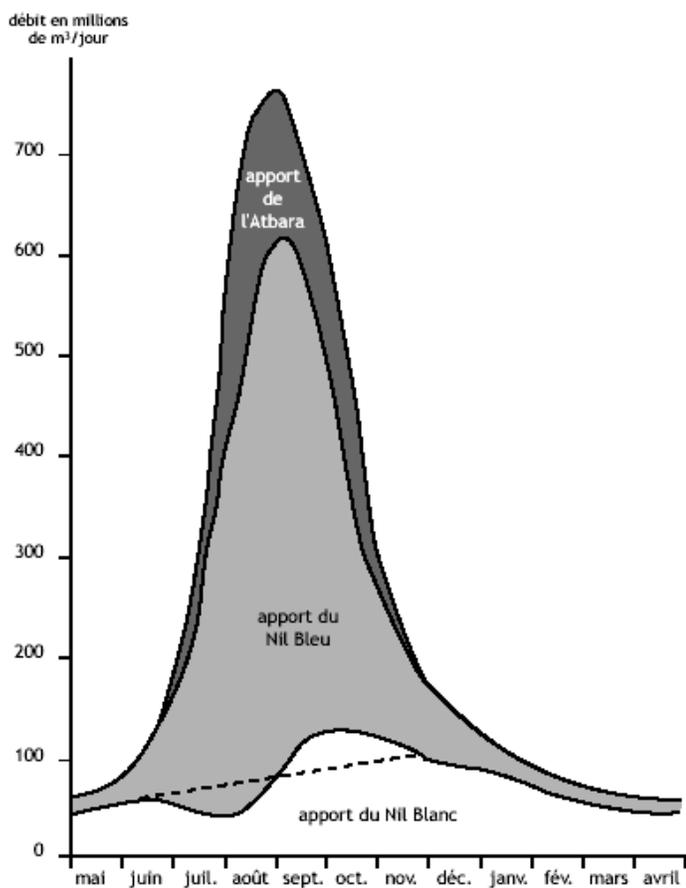


Figure 2. Formation du débit du Nil au niveau d'Assouan (d'après Hurst, 1996)

Sur le premier point, la pression foncière reste forte bien qu'on ne compte plus que 35% d'agriculteurs dans la population active et que beaucoup de ceux-ci, exercent une double activité à moins qu'ils ne travaillent sur les grandes exploitations pour compléter le revenu de lopins de terre dont la superficie ne cesse de se réduire en fonction de la croissance démographique qui constitue le paramètre essentiel des problèmes de l'agriculture. Alors que l'Egypte comptait 9,7 millions d'habitants en 1900 et 20 millions en 1950, elle en compte 71 millions en 2002 et les projections démographiques les plus modérées, mais les plus improbables tablent sur 98 millions en 2025⁵. Durant la même période, la superficie cultivée est passée de 5,3 millions de feddans en 1900 à 7,5 millions en 2000 et la superficie récoltée de 7,5 à 13,9 millions de feddans. L'extension de la superficie agricole, acquise à grands frais constitue indéniablement une donnée positive, mais le rapport entre la croissance démographique et l'accroissement des superficies cultivées ou récoltées n'a pas cessé de se dégrader : on comptait 0,50 feddan cultivé par habitant en 1900 et seulement 0,10 feddan en 2000. Dans ce contexte et à terme, la place de l'agriculture ne peut être que récessive, qu'il s'agisse de la proportion des actifs ruraux, de la consommation en eau ou de la superficie agricole qui passera pour partie dans la superficie urbanisée.

Abstraction faite des données et enjeux impliquant l'ensemble des pays riverains du Nil et en limitant l'analyse à la seule Égypte, la récession de l'agriculture est déjà sensible au vu de la part que tient le secteur primaire dans un bilan hydrique global⁶ (OSS-UNESCO 2001) portant sur 56 km³, soit 82% contre 91% en 1975, le solde étant réparti entre la consommation urbaine (7%) et le secteur industriel (11%). Encore faut-il observer que la consommation agricole inclut, outre 41 km³ d'eau du Nil, 4,7 km³ d'eau de drainage recyclée, 3 km³ d'eau plus ou moins salée, pompée dans les aquifères et 0,7 km³ d'eaux usées municipales. Sachant que selon les « *Prévisions tendanciennes modérées des consultants arabes* »⁷, la demande égyptienne devrait porter en 2025 sur 118,17 km³/an dont 95,13 km³ pour le seul secteur agricole, l'impression première est celle d'une situation sans

issue. Il convient toutefois de relativiser la situation sur plusieurs plans et de faire état de fortes améliorations potentielles.

Il apparaît tout d'abord que le rendement de l'eau dans le secteur agricole reste encore très médiocre : le calcul des besoins effectué en 1996 par la FAO (2000) aboutit à un total de 28,25 km³ effectivement utilisés par année, alors que le volume prélevé s'élève à 47,8 km³/an. Plusieurs facteurs contribuent à ce piètre résultat dont le plus évident est le recours à l'irrigation gravitaire distribuée par des canaux non cimentés sur des sols le plus souvent poreux. Il faut également compter avec des apports excessifs : alors que les besoins en eau sont déjà plus élevés que sur la rive nord de la Méditerranée avec des normes à l'hectare allant de 2 900 m³ dans le delta à 5 226 m³ et, au niveau d'Assouan 6 400 pour le blé et 12 000 pour le maïs⁸, on relève des chiffres bien supérieurs dans les directives transmises aux fermes coopératives avec, pour le delta : 3 500 m³ pour le blé et 7 000 pour le maïs (Bakre et collabs. 1980). Encore faut-il préciser que ces normes officielles sont le plus souvent dépassées : « *l'eau est un bienfait de Dieu et on ne saurait abuser des bienfaits de Dieu* » soutiennent certains agronomes qui ne font qu'exprimer une réaction unanime après des millénaires de frustration. Ces excès sont facilités par le fait que l'eau n'est pas payée mais distribuée au tour d'eau de façon assez laxiste, cette gratuité étant compensée par la faiblesse des prix fixés par l'Etat sur les cultures obligatoires, blé et coton. De plus, avec le passage de la sakkiéh actionnée par une vache à la motopompe transportable, les volumes distribués à chaque tour se sont considérablement accrus. Ces apports excessifs ont pour conséquence immédiate le maintien à fleur de sol, d'une frange humide qui facilite la remontée capillaire des sels. A terme, et en dépit d'un plan de drainage systématique, on estime que 30 à 40% des sols sont affectés par la salinisation, notamment dans les secteurs utilisant des eaux recyclées.

Il serait possible de remédier à ces excès et impacts et donc d'améliorer la productivité de l'eau, en jouant sur deux tableaux : d'une part le paiement de l'eau au volume consommé et non au tour d'eau, d'autre part le passage de l'arrosage gravitaire à l'arrosage par aspersion si ce n'est au-goutte-à-goutte. Malheureusement, dans le droit coranique on ne peut faire payer l'eau puisque celle-ci est un don de Dieu, donc gratuit ce qui exclut la pose de compteurs. Il n'est pas davantage question de passer du gravitaire à l'aspersion en fonction de coûts d'équipement qui sont peu compatibles avec les possibilités égyptiennes d'investissement⁹. La question des arrosages excessifs et du gaspillage affectant une ressource rare reste donc entière. Du moins peut-on observer que dans les grandes

⁵ A l'échelle nationale, le nombre d'enfants par femme est passé de 6,5 en 1960 à 3,6 en 1995 mais ce nombre varie entre 2,8 pour Le Caire et 5,9 pour la moyenne vallée. Le ralentissement de la croissance démographique semble lié à un processus d'urbanisation qui se laisse mal définir dans un pays où certains « villages » comptent 10 fois plus d'habitants que leur chef-lieu « urbain » de rattachement.

⁶ Déduction faite des 10 km³ perdus par évaporation dans le lac d'Assouan. En fait, ce sont 66 km³ qui passent la frontière soudano-égyptienne.

⁷ Le Plan Bleu pour la Méditerranée limite sa prospective à 2010 avec deux scénarios dont l'un correspond à une croissance modérée avec 115 km³/an et l'autre à un développement durable avec 72,6 km³/an. Même dans cette hypothèse dite souhaitable mais peu réaliste, les perspectives offertes à l'Egypte restent inquiétantes.

⁸ Calculs faits par le Service des Etudes du Canal de Provence. A titre de comparaison pour la France méridionale, la demande s'élève à 1 500 m³ pour le blé et 4 500 m³ pour le maïs.

⁹ Certaines des grandes fermes d'Etat avaient recours à l'aspersion et lors de leur liquidation, les acquéreurs issus de la petite et moyenne paysannerie ont hérité gratuitement de leur matériel d'arrosage qu'ils n'ont jamais utilisé.

agglomérations, les réseaux d'adduction vétustes dont le rendement était inférieur à 50% sont en voie de modernisation à l'initiative (et au profit) de compagnies étrangères comme l'Américain Black & Veatch Int. ou le Français Degrémont qui font payer non pas l'eau mais le service rendu.

Ce serait une erreur, au vu de ce tableau qui pointe l'accent sur d'incontestables routines, de qualifier l'agriculture égyptienne d'arriérée. Certes, il s'agit d'une agriculture de pays pauvre où la main-d'œuvre occupée de façon intensive supplée à un très faible recours à la mécanisation, mais c'est aussi une agriculture riche de savoir-faire, utilisant au mieux le sol, le calendrier agricole, les choix culturaux et les intrants. La progression des rendements et des volumes récoltés atteste de ces qualités. De 1952 à 2002, la production de blé est passée de 1,45 à 6,18 M³t., celle de maïs de 1,71 à 6,8 M³t., celle de la canne à sucre de 6,97 à 15,70 M³t. Des spéculations nouvelles se développent comme l'agrumiculture et seule la culture du coton stagne ou tend à régresser. En dépit de cet accroissement général de la productivité et de la production, l'objectif recherché de l'autonomie alimentaire ne cesse de s'éloigner : en 1960, l'Égypte produisait encore 65% du blé qu'elle consommait, en 2002, le ratio est tombé à 25% soit l'équivalent de 90 jours.

Cette dégradation qui ne peut qu'aller en s'accroissant est lourde de conséquences sur plusieurs plans. Tout d'abord, elle obère gravement la balance commerciale du pays qui présente en 2002, un solde déficitaire de \$ 5,7 milliards dans lequel les importations de produits alimentaires comptent pour 3,4 milliards. Surtout, les soldes déficitaires s'accumulant, l'Égypte a obtenu à deux reprises que sa dette vis-à-vis des États-Unis soit annulée¹⁰. Est-il besoin d'insister sur la situation de dépendance qu'implique ce type de rapport avec une puissance hégémonique ? Et que se passerait-il si la politique internationale de l'Égypte, notamment ses relations avec Israël venait à changer ?

Les grands projets : réalisme ou fuite en avant ?

Dans le contexte international de la gestion de l'eau dans le bassin du Nil, tout accroissement de la dotation égyptienne semble exclu, ce qui devrait mettre un terme à la politique des grands travaux hydrauliques qui conditionnent l'expansion du territoire cultivé. Pourtant, après la phase d'expansion qui a élargi l'espace occupé de part et d'autre du delta, deux grands projets sont en voie de réalisation, le canal Cheikh Jaber et le canal de Toshka commandant ce qu'on appelle la Nouvelle Vallée.

Le premier de ces ouvrages, initialement connu sous le nom de Canal de la Paix mais rebaptisé (si l'on ose dire) du nom d'un généreux donateur koweïtien, collecte les excédents d'eau du

¹⁰ En dépit de ces annulations et de l'étalement de la dette vis-à-vis d'autres fournisseurs, la dette externe représente 35% du PIB en 2002.

canal Bahr-el-Bagar branché sur la branche de Damiette à l'est du delta. Il passe en siphon sous le canal de Suez et domine la branche morte du delta ou branche pélusienne (coupée du système nilotique par la construction du canal de Suez) et se dirigera ultérieurement vers El Arish. En l'état, la mise en valeur de la section située à l'ouest du canal est déjà occupée par plusieurs villages de colonisation voués pour l'essentiel à la riziculture ; à l'est du canal, les canaux secondaires sont déjà en place dont une branche parallèle au canal de Suez et des cultures de luzerne permettent de désaliniser le sol avant son partage entre des compagnies d'investissement et des coopératives de jeunes agronomes. Cet ouvrage qui devrait desservir 400 000 feddans (plus 100 000 le long du canal) pose de multiples problèmes : ses eaux sont de qualité médiocre et les terres basses qu'il domine sont attaquées par l'érosion littorale et sujettes à des ingressions d'eau de mer. Surtout, les bonnes terres qu'il doit traverser au-delà de la branche pélusienne relèvent de tribus bédouines qui utilisent depuis quelques années l'eau de la nappe commandée par le Sinaï, développent des plantations d'oliviers, pratiquent le maraîchage et entendent rester maîtres du terrain face à un Etat qui entend mieux contrôler par la maîtrise de l'eau, une province marginale. À cette fin, le Plan prévoit la création dans la province du Sinaï de 27 centres urbains regroupant plus de 3 millions d'habitants, de sorte que la turbulente population autochtone, qui ne compte que 350 000 personnes serait noyée dans la masse.

La Nouvelle Vallée située à l'ouest du Nil, correspond à une suite de dépressions plus ou moins reliées entre elles par le lit d'un Proto-Nil, abandonné à la suite du mouvement de failles qui ont scindé l'ancien tracé et formé une suite de lits desséchés et de cuvettes dont certaines sont occupées par les oasis de Kharga, Dakhla, Farafra et Beyariha qui exploitent la nappe fossile du bassin de Nubie. Dès la mise en eau du Grand barrage, un plan prévoyait le déversement des eaux excédentaires dans ce système. Les travaux, petitement amorcés dès 1979, comprennent maintenant un déversoir branché sur le Grand barrage et pouvant servir de trop-plein, une station de pompage et l'amorce d'un canal qui aboutira dans une dépression permettant de stocker 120 km³. À partir de ce relais, des canaux ou des tubes achemineront l'eau par pompage ou par gravité vers les oasis. Une année de bonne hydraulité a déjà permis le déversement de plusieurs millions de mètres cubes qui pourraient à tout le moins transiter vers les oasis sous forme d'inféro-flux. A terme, il serait question d'irriguer selon des estimations plus ou moins réalistes, de 500 000 à 3 millions de feddans.

Ces deux projets posent en première instance le problème de leur crédibilité. Où trouver le financement de travaux dont le coût unitaire a décuplé en vingt ans, si ce n'est en recourant aux dons des États arabes producteurs non seulement de pétrole, mais d'une idéologie rétrograde ? Où trouver les 4 kilomètres cubes du canal Cheikh Jaber ? Et où les 5 kilomètres cubes évoqués dans le cadre du projet de la Nouvelle Vallée ? Les perspectives les plus réalistes laissent entendre que l'Égypte a peu de chances de voir sa dotation en eau augmenter, à supposer même que cette dotation ne vienne pas à diminuer. Ceci étant, il est certain que

ces projets alimentent les rêves de grandeur égyptien. Il est également possible, qu'ils servent de prétexte à de futures revendications sur les eaux du Nil. Mais on peut également soutenir qu'ils s'inscrivent dans un plan d'occupation du territoire. A ce jour, l'essentiel de la population égyptienne s'entasse sur quelque 35 000 km² et les projets du gouvernement visent explicitement à desserrer le lien qui unit trop étroitement la population à la vallée du Nil. C'est à cette fin que des villes nouvelles comme Medinet el Obour et Medinet Ashara Ramadan ont été implantées sur la route qui relie Le Caire à Ismaïlia. Les projets concernant le Sinaï et les oasis s'inscrivent dans cette perspective qui vise également à occuper et contrôler la totalité du territoire national. On saisit là une logique qui vise moins à la valorisation de l'eau par l'agriculture, qu'à la production et au contrôle du territoire par l'eau. Pour autant, cette logique se heurte à la dure réalité du partage actuel et futur des eaux du Nil.

Les États riverains d'amont et la question des eaux du Nil

Ce problème que pose la gestion des eaux du Nil défini comme un fleuve international traversant dix États¹¹ n'est apparu dans les pages qui précèdent que de façon allusive. Aussi bien le problème d'ensemble ne peut-il être abordé qu'en fonction de sa composante principale, l'Égypte qui est l'État le plus peuplé, le plus riche – encore que cette richesse soit toute relative - dans une cohorte de pays pauvres, le plus important par sa position stratégique qui lui confère le contrôle du Canal de Suez, celui dont l'armée est la plus puissante, celui qui utilise les eaux du Nil depuis plus de 4 000 ans et dont l'existence dépend totalement du fleuve, celui pourtant qui est non pas l'un des plus pauvres s'agissant de la dotation en eau par habitant (tableau 2), mais celui dont la position est la plus menacée du fait de sa situation en aval du bassin et sans autre ressource que les eaux venues d'amont et donc contrôlées ou contrôlables par d'autres États. D'où l'acuité du problème des relations politiques avec ces autres.

En fait, dans l'imaginaire des Égyptiens, la représentation du Nil s'arrête aujourd'hui comme autrefois, à la seconde cataracte, celle d'Assouan, comme si ce qui se passe à l'amont, terres et hommes n'existait pas ou n'était que de minime importance. Cette représentation héritée de la tradition pharaonique et longtemps valable est pourtant devenue caduque à la fin du XIX^e siècle, lorsque les Anglais ont introduit la culture irriguée du coton au Soudan et prélevé pour le système d'irrigation de la Djezireh une dotation de 2 km³ portée à 4 km³ en 1929 dans le cadre du *Nile Water Agreement* qui laissait à l'Égypte dans l'état des aménagements réalisés à l'époque, 48 km³. À partir de 1956, le Soudan devenu un État indépendant a développé une politique de mise en valeur par grandes fermes mécanisées qui couvrent 2 millions d'hectares en 2002. Si l'intérêt économique de ces fermes n'est pas évident, elles n'en demandent pas moins de fortes dotations hydrauliques, d'où un conflit soudano-égyptien,

résolu provisoirement par les accords de 1959 conclus sur la base d'un partage annuel entre 18,5 km³ pour le Soudan et 55,5 km³ pour l'Égypte. Ces accords conclus entre les deux États d'aval et sans consultation des États d'amont ont été immédiatement dénoncés et tenus pour nul par ceux-ci. Par ailleurs, le nouveau partage de l'eau n'a été rendu possible que grâce à la construction d'ouvrages de stockage et de régulation des eaux permettant d'accroître les dotations initiales : Owen Falls (Lac Victoria) et Djebel Aulia sur le Nil blanc, Roseires et Sinnar sur le Nil bleu, Kashm-el-Djirba sur l'Atbara. Ces ouvrages dont certains ont été réalisés dans le cadre de l'administration britannique ce qui facilitait les prises de décision, ont tous été programmés avec l'accord de l'Égypte sous réserve d'un accroissement de sa dotation en eau. Il n'en va pas de même pour le barrage de Hamdab, en cours de réalisation à hauteur de la quatrième cataracte sur initiative soudanaise, sans accord avec l'Égypte et destiné à produire de l'énergie. Les modalités de son exploitation pourraient perturber la gestion du Haut-barrage.

Depuis les accords de 1959, l'Égypte constate qu'elle utilise plus que sa dotation, soit près de 57 km³, alors que le Soudan a porté unilatéralement ses prélèvements à 20 km³. Le conflit potentiel résultant de cet état de fait rendu possible par quelques années de bonne hydraulité, pourrait être réglé par la récupération des eaux perdues par évaporation dans les grands marais tropicaux, soit un total théorique de 45 km³ à prélever sur les bassins du Bahr-el-Djebel (14 km³), du Bahr-el-Ghazal (14 km³) et du Sobat-Machar (19 km³). Ces projets et les volumes qu'ils évoquent alimentent en Égypte des phantasmes de grandeur, mais leur mise en œuvre s'avère illusoire. Sans parler du désastre écologique que représenterait l'assèchement de marais qui constituent les sites d'hivernage de l'avifaune européenne, il faut compter avec les implications politiques de projets comme celui du Jongleï. Il s'agit d'un canal à large section qui drainerait les eaux perdues dans le Sudd et le Bahr-el-Ghazal et les conduirait vers l'aval en recoupant la boucle du Nil entre Bor et Malakal. Entre autres avantages, cet ouvrage permettrait à des canonnières venues de Khartoum et du Nord islamiste, de gagner les provinces chrétiennes et insurgées du Sud tout en mettant la main sur les gisements pétroliers de ces lointaines régions. C'est pour parer à cette éventualité que les chrétiens du Sud, sans doute aidés par les Éthiopiens, ont saboté le chantier à deux reprises et mis fin à la réalisation du canal.

¹¹ 11 États en théorie mais la place et l'apport du Congo restent marginaux

Pays (d'amont en aval)	Population 2002 (1 000 hab.)	RNB/habitant (S)	Écoulement naturel interne km ³ /an	Écoulement total (km ³ /an)	Indice d'indépendance (écoulement interne/ écoulement total %)	Ressources en eau/habitant 2000 (m ³ /an)	Ressource en Eau/habitant 2025 (m ³ /an)
Burundi	6 700	100	3,6	3,6	100	538	311
Rwanda	7 400	100	6,3	6,3	100	815	507
Tanzanie	37 200	270	80	89	90	2 655	1 537
Kenya	31 100	350	20,2	30	67	997	718
Ouganda	24 700	260	39	66	59	3 030	1 485
Ethiopie	67 700	100	110	110	100	1 758	953
Erythrée	4 500	160	2,8	8,8	32	2 286	1 317
Somalie	7 800	100	6	13,5	44	1 537	636
Soudan	32 600	340	35	69,5	50	2 357	1 502
Egypte	71 200	1 530	1,8	58,3	2	851	610

Tableau 2. Les Etats riverains du Nil, population, richesse et données relatives aux ressources en eau. Source : Banque mondiale et OSS-FAO.

En tout état de cause, les projets et ouvrages réalisés dans le cadre des relations entre l'Égypte et le Soudan n'ont jamais été avalisés par les États d'amont, notamment l'Éthiopie qui fait valoir non sans raison, que sa population est passée de 17 à 68 millions d'habitants entre 1950 et 1962, qu'elle passera le cap des 100 millions avant 2025, et que l'accroissement de sa production vivrière constitue un enjeu vital pour son avenir immédiat. Or, dans l'état actuel des aménagements, l'Éthiopie qui fournit 86% des débits mesurés à Khartoum, n'utilise en l'an 2000 que 0,3% de cette eau pour arroser moins de 200 000 hectares. Ce constat l'autorise à concevoir de vastes aménagements portant sur 1,5 M°/ha en aval du lac Tana. Simultanément, le Soudan et l'Éthiopie s'accorderaient pour réaliser d'autres aménagements dans le cadre d'une *Organisation pour l'aménagement du Nil bleu* sans tenir compte des intérêts égyptiens. Ces projets soutenus par la Banque Mondiale et des donateurs parmi lesquels figurent l'Italie et Israël sont considérés comme autant de *casus belli* par l'Égypte qui, pour affirmer sa position, a organisé à plusieurs reprises des manœuvres militaires près de la frontière soudanaise. Il ne semble pas pour autant que l'Éthiopie ait renoncé à sa politique de grands équipements qui mobiliseraient à terme de 4 à 8 km³ soustraits au contrôle des États d'aval. Afin de réduire la tension, la Banque Mondiale a proposé en 2001, de surseoir à la réalisation des grands projets et d'aider à l'aménagement, sur les cours supérieurs – donc éthiopiens – du Nil bleu et de l'Atbara, de petits réservoirs desservant des périmètres conçus à l'échelle des villages. Savoir ce que sera la durée de vie de ces petits réservoirs retenant des eaux boueuses ? Savoir également ce que sera la réaction égyptienne face à cette politique de grignotage d'une ressource sur laquelle elle maintient à tort ou à raison ses droits supposés ?

L'Éthiopie n'est pas seule en cause, et l'Érythrée qui n'irrigue encore que 28 000 hectares fait état de projets utilisant les eaux de l'Atbara. Plus au sud, la Tanzanie a déjà réuni les fonds qui lui permettront d'irriguer 250 000 hectares sur le plateau du

Wemberé à partir des eaux pompées dans le lac Victoria. Enfin, l'Ouganda et le Kenya font état de projets encore flous mais dont le financement est envisagé. Au total, ces projets concernant la région de Grands lacs et dont l'emprise spatiale pourrait s'élever à 4,5 M°ha auraient pour première incidence, un prélèvement total de 25 km³ sur les eaux du Nil blanc. Au stade actuel, ces projets sont peut-être trop peu réalistes pour que l'Égypte puisse réagir autrement que par des mises en garde. Celles-ci n'en sont pas moins inquiétantes et l'avertissement de l'ancien ministre des Affaires étrangères Boutros Boutros-Ghali doit être pris au sérieux : « La prochaine guerre dans notre région sera livrée pour de l'eau »¹.

Dans ce contexte, il importe de prendre en compte deux données l'une négative, l'autre positive.

De façon négative, il n'existe aucun cadre législatif international permettant de régler les conflits avérés ou latents qui concernent les eaux du Nil. Il existe bien une Commission de l'ONU en charge depuis 1970 d'une étude sur le droit des fleuves internationaux, mais ses travaux n'ont donné suite à aucun corpus législatif à ce jour, puisqu'il faudrait concilier deux principes contraires, les droits d'usage acquis qui fondent la cause égyptienne, et la nécessité d'un partage raisonnable et équitable que revendiquent les États d'amont.

De façon positive, les Nations Unies agissant dans le cadre de l'Agence pour le Développement, ont créé en 1999, une Initiative pour le Bassin du Nil (*Nile Basin Initiative*) qui regroupe les dix États concernés, concentre les crédits venus de divers horizons et cherche à définir les termes d'une politique d'aménagement global. Reste à savoir si un tel programme ne relève pas de la mission impossible.

¹ Entretien avec Joyce Starr, 4 février 1985, cité par cette auteure dans *Covenant over Middle Eastern Waters*, Holt ed., New York.

Se pose également la question d'une éventuelle alternative aux perspectives alarmantes qu'on voit se profiler à brève échéance. Sur ce point, les travaux les plus autorisés, synthétisés par J.A. Allan (2001), ne prêtent pas à l'optimisme, puisqu'ils préconisent le recours à ce que cet auteur appelle « l'eau virtuelle » importée de pays mieux arrosés que ceux du Moyen-Orient sous forme de céréales... option qui implique le maintien et le renforcement de la dépendance de l'Égypte vis-à-vis des États-Unis qui restent son principal fournisseur.

*
* *
*

Le Nil offre le cas exemplaire des difficultés auxquelles se heurtent les pays pauvres en mal de développement : une ressource limitée dans son potentiel, des problèmes alimentaires urgents et même dramatiques dans des pays en voie d'explosion démographique, des moyens financiers octroyés par des bailleurs de fonds étrangers, une dépendance très forte vis-à-vis des techniques importées depuis les pays riches, le tout induisant des conflits larvés qui pourraient bien devenir des conflits ouverts.

L'Égypte se situe au cœur de ces tensions multiples : ce pays est sans doute le seul parmi les États riverains du Nil, à disposer d'un corps de techniciens de très haut niveau, le seul également dont la paysannerie est théoriquement rompu aux techniques de l'irrigation, le seul enfin à disposer d'une armée qui surclasse celles des autres pays en compétition. Or, qu'en est-il au terme d'une quarantaine d'années durant lesquelles le pays a fourni un effort considérable pour maîtriser le fleuve et conquérir de nouvelles terres ? Les nouveaux rapports entre la terre et les hommes sont difficilement maîtrisés comme en témoignent le gaspillage de l'eau et la salinisation des sols ; l'autonomie alimentaire ne sera jamais acquise ; la dépendance vis-à-vis de l'étranger, institutions internationales, techniciens de tous ordres ou donateurs arabes génère des situations difficiles si ce n'est intolérable. On conçoit de reste la somme des frustrations qui affligent ce pays et l'incitent à revendiquer, sa longue tradition hydraulique aidant, un rôle prépondérant dans la gouvernance des eaux. En dépassant le cadre des données matérielles du problème, il apparaît enfin qu'aucun des autres pays riverains du Nil n'entretient avec le fleuve ce lien fusionnel qui est spécifiquement égyptien. La formule classique *aut Nilus aut nihil* est toujours valable et il se pourrait que l'Égypte mette en jeu son existence pour défendre ce qu'elle considère comme ses droits imprescriptibles. Quoiqu'en pensent de bons auteurs², la réponse n'est pas évidente à la simple question de savoir s'il y aura une guerre de l'eau.

Bibliographie sommaire :

- Allan, J.A., 1983 : Natural resources as national fantasies, *Geoforum*, pp.243-247.
 Allan, J.A., 2001 : *The Middle East Water Question*, Tauris, London.
 Ayeb, H., 1998 : *L'eau au Proche-Orient : la guerre n'aura pas lieu*, Karthala, Paris.
 Bakre, M., Bethemont, J., Commère, R. et Vant, A., 1980 : *L'Égypte et le barrage d'Assouan : de l'impact à la valorisation*, Saint-Etienne, Presses de l'Université.
 Beaumont, P., 1994 : "The myth of water wars and the future of irrigated agriculture in the Middle-East", *International Journal of Water Resources Research*, X-1, pp. 9-21.
 Bethemont, J., 1999 : « L'eau, le pouvoir, la violence dans le monde méditerranéen », *Hérodote*, N° 103, pp. 175-200.
 Bethemont, J. et Faggi, P. (1998) : « Originalité, potentialités et limites de l'agriculture dans le Nord-Sinaï » *Géocarrefour*, 73-3, pp. 239-245.
 Boutet, A., 2001 : *L'Égypte et le Nil : pour une nouvelle lecture de la question de l'eau*, Paris, L'Harmattan.
 Collins, R., 1996 : *The Waters of the Nile*, Marcus Wiener, Princeton.
 Howell, P. & Allan, J.A., 1994 : *The Nile : Sharing a scarce resource*, Cambridge Univ. Press, Cambridge.
 Hurst, H., 1966, *The Nile Basin*, Cairo, Ministry of Public Works.
 Lasserre, F. et Descroix, L., 2003 : *Eaux et territoires, tensions, coopérations et géopolitiques de l'eau*, Paris, L'Harmattan (repris de l'ouvrage édité en 2002 par les Presses de l'Université du Québec).
 Majzoub, T., 1994 : *Les fleuves du Moyen-Orient*, Paris, L'Harmattan.
 Mutin, G., 2000 : *L'eau dans le monde arabe*, Paris, Ellipses.
 OSS-UNESCO, 2001 : *Les ressources en eau des pays de l'Observatoire du Sahara et du Sahel*, Paris, UNESCO.
 WWC, 1999 : *The Arab countries consultation on a Vision for water in the XXIst Century* (World Water Council, Marseille).

² Notamment Ayeb (1998), Lasserre et Descroix (2003), Majzoub (1994) et Mutin (2000) sont moins optimistes.

LE TIGRE ET L'EUPHRATE DE LA DISCORDE

Georges MUTIN, Professeur émérite de Géographie, Institut d'Etudes Politiques de Lyon (France), Chercheur au GREMMO- Maison de l'Orient (Lyon), Courriel : georges.mutin@wanadoo.fr

Résumé : Alimentées par le château d'eau de la Turquie orientale, les eaux abondantes, tumultueuses et capricieuses du Tigre et de l'Euphrate traversent la steppe syrienne avant de s'étaler dans la vaste plaine de Mésopotamie. Les débits cumulés des deux fleuves - du même ordre de grandeur que celui du Nil - permettent l'extension de l'agriculture irriguée et la production d'électricité à condition d'en assurer le contrôle et la maîtrise. Les aménagements hydrauliques se sont effectués d'aval en amont. Les réalisations irakiennes en voie d'achèvement ont débuté il y a un demi-siècle. Les entreprises syriennes et surtout turques sont beaucoup plus récentes. Le partage des eaux de ces deux grands fleuves entre les trois pays riverains est délicat souvent conflictuel. Il contribue à aggraver la situation géopolitique déjà fort complexe de cette région du monde. Chacun des Etats souhaite contrôler les eaux dont il a besoin et préserver son avenir hydraulique. Avec l'extension considérable des cultures irriguées au cours des dernières décennies l'eau devient plus rare sans pour autant atteindre une véritable situation de pénurie. Dans une dizaine d'année avec l'achèvement des projets tucs, on peut considérer que tous les aménagements hydrauliques envisageables auront été menés à bien. Déjà les atteintes à l'environnement sont très sensibles avec l'augmentation de la pollution, la salinisation des terres, la disparition des marais irakiens par assèchement.

Mots Clefs : aménagement hydraulique, salinisation, marais, partage des eaux, droit de l'eau, irrigation, crues, hydropolitique, environnement, Irak, Syrie, Turquie, Tigre, Euphrate

L'Euphrate et le Tigre, nés en Turquie dans les montagnes arrosées d'Anatolie orientale et leurs affluents venus de la chaîne du Zagros apportent l'eau et la vie dans les plateaux et plaines steppiques ou désertiques de Syrie et d'Irak. Ils permettent l'extension "Croissant fertile" dans des zones où règne l'aridité. Dans cette région du Moyen-Orient, en plein accroissement démographique où la quête de l'eau a toujours été une préoccupation majeure, la lutte pour le développement implique un contrôle du débit des grands fleuves dont les apports sont capricieux, tumultueux, irréguliers. La maîtrise des eaux est désormais assurée, les potentialités sont évidentes, la pénurie n'est pas pour l'instant une menace.

C'est le partage de l'eau qui fait difficulté. Longtemps, les deux bassins jumeaux ont été entièrement compris dans une même entité territoriale: l'Empire Ottoman. Il n'en est plus de même aujourd'hui. Au lendemain de la première guerre mondiale, le Tigre et l'Euphrate sont devenus des fleuves transfrontaliers, partagés entre la Turquie, la Syrie et l'Irak. Avec la réalisation de grands aménagements, leurs eaux, relativement abondantes, sont devenues objet de conflits. Leur contrôle et leur utilisation opposent de plus en plus nettement les trois principaux pays riverains.

Par ailleurs, les aménagements actuels conduisent à une « domestication » à peu près totale des deux grands fleuves. Cette massive intervention humaine, conduite tout au long du siècle écoulé s'est traduite par de profondes et irréversibles modifications de l'écosystème.

La ressource en eau

Montagnes arrosées, plateaux et plaine désertiques

La répartition des précipitations dans les bassins de l'Euphrate et du Tigre est extraordinairement contrastée. Les montagnes du Taurus en Anatolie orientale et l'arc du Zagros sont de hautes montagnes (figure 1). En Anatolie, les sommets de plus de 3000 et même 4000 mètres sont nombreux, le Mont Ararat, quant à lui, culmine à 5156 m. La chaîne du Zagros un peu moins élevée comporte aussi de nombreux sommets de plus de 3000 m. Ces montagnes reçoivent toujours plus de 600 mm de pluie-an et plus de 1000 dans les parties les plus élevées. Très rapidement les précipitations diminuent vers le sud. Après une étroite zone de transition de quelque 150 à 200 km, on parvient aux immenses étendues steppiques et désertiques où le total pluviométrique est inférieur à 200 mm. Ce fort gradient pluviométrique est lié avant tout à la latitude mais interviennent également le relief et la continentalité. Les perturbations hivernales sont liées au front polaire, elles deviennent plus rares vers le sud où règne en altitude le Jet subtropical d'ouest dont la trajectoire très septentrionale durant l'été condamne toute la région à la sécheresse.

Les pluies apportées par les dépressions cycloniques d'ouest sont de type méditerranéen donc de saison froide. Le maximum pluviométrique se place en général en décembre-janvier mais on relève également un second maximum en mars-avril séparé du premier par un creux en février. En raison de la forte altitude, les précipitations sont souvent neigeuses. La rétention nivale joue un grand rôle dans les régimes des fleuves en reportant vers le printemps les plus hautes eaux liées à la fonte des neiges. Autre

élément important : la très grande irrégularité des précipitations. D'une année à l'autre, elles peuvent être décalées de plusieurs semaines et surtout leur total annuel peut varier dans le rapport de 1 à 3.

La sécheresse estivale est longue et accentuée au moins 5 mois dans les régions montagneuses mais 6 mois à Mossoul et 10 à Bagdad (VAUMAS E. 1955).

Les tracés : de la haute montagne à la plaine mésopotamienne

Les deux fleuves traversent trois grands domaines géographiques (figure 1)

- La zone montagneuse, zone d'alimentation exclusive est caractérisée par un relief accidenté, des écoulements torrentiels charriant une forte charge alluviale. Les deux fleuves dont la pente est forte, la traversent en empruntant une succession de bassins et de gorges. Ici le potentiel hydroélectrique est impressionnant: en Turquie 45% des ressources hydrauliques du pays se situent dans les deux bassins. Les sites propices à l'installation de grands barrages réservoirs ne manquent pas.
- La zone de piedmont particulièrement développée en avant du Taurus, un peu moins en avant du Zagros, est beaucoup plus sèche. Elle est constituée de plateaux le plus souvent calcaires dans lesquels les fleuves et leurs affluents s'encaissent de quelques dizaines de mètres et coulent entre des terrasses caillouteuses. Ces plateaux sont particulièrement étendus en Syrie surtout et dans le nord de l'Irak: ils constituent la Jesiré (= île) entre le Tigre et l'Euphrate. Dans la partie septentrionale, les conditions pédologiques sont favorables aux cultures avec des sols riches et profonds surtout s'ils sont alluviaux ou volcaniques (plaine du Harran en Turquie). Plus au sud, les sols sont souvent assez minces, de qualité médiocre et le substratum est souvent riche en gypse ce qui restreint beaucoup les possibilités agronomiques.
- La grande plaine alluviale de Mésopotamie qui commence vers Ramadi et Samara est un domaine très différent, beaucoup plus complexe qu'on ne l'imagine généralement. C'est une vaste étendue (94 000 km²) limono-argileuse, large de près de 200 km, basse, plate et uniforme. Les seuls accidents de relief sont les levées alluviales, les dunes de limon et les nombreux tells archéologiques..

L'Euphrate, long de 2 700 km, naît au nord du lac de Van. En fait, il résulte de la confluence de deux rivières: le Kara Sou (450 km) qui prend sa source au mont Kargapazari à 3290 m. d'altitude et le Murat Sou (650 km), qui a pour origine le mont Muratbasi à 3520 m. Après leur confluence, le fleuve dessine une grande courbe de 420 km parsemée de gorges et de rapides et

pénètre en Syrie où il s'encaisse légèrement dans un plateau désertique qu'il parcourt sur 680 km. Il n'y reçoit, en rive gauche, que deux affluents le Balikh et le Khabour. Puis il pénètre en territoire irakien qu'il va parcourir sur 1235 km et, rapidement, c'est l'entrée dans la plaine mésopotamienne: il n'est plus alors qu'une artère d'évacuation et ne reçoit aucun affluent jusqu'à son embouchure dans le golfe Arabo-persique. En Basse Mésopotamie à partir de Samarra le fleuve se perd dans tout un réseau de marécages.

Le Tigre (1899 km) qui prend naissance au sud du lac de Van coule en Turquie en franchissant comme l'Euphrate toute une série de gorges. Il ne pénètre pas en Syrie: il est fleuve frontalier sur 44 km entre Turquie et Syrie. Il s'écoule ensuite directement en Irak où il reçoit en rive gauche de très nombreux affluents bien alimentés issus des monts Zagros notamment le Grand et le Petit Zab (392 et 400 km), l'Adhaïm (230 km) la Diyala (386 km). Le Tigre arrose Bagdad qui n'est qu'à 32 mètres d'altitude alors qu'il lui reste 550 km à parcourir. En Basse Mésopotamie, en aval de Kut, il s'étale en d'immenses marécages avant de rejoindre l'Euphrate à Garmat Ali.

Les eaux mêlées des deux fleuves constituent sur 170 km environ le Chott el Arab qui débouche dans le golfe Arabo-persique. Le Chott el Arab reçoit en rive gauche, les eaux abondantes, tumultueuses et limoneuses du Karun (16 milliards de m³), au parcours entièrement iranien (SANLAVILLE 2000).

Des régimes hydrographiques semblables

Les régimes des deux fleuves sont très comparables: ils sont de type pluvio-nival, marqués par les pluies méditerranéennes de saison froide et la fonte des neiges des montagnes du Taurus en Turquie orientale et du Zagros. Partout un étiage marque la fin de la saison chaude (juillet, septembre), la montée des eaux se situe en automne et en hiver dès novembre et on enregistre de très hautes eaux de printemps (fin mars ou avril). Ces données hydrographiques sont très différentes de celles du Nil: les hautes eaux sont moins abondantes et surtout ce sont des crues printanières, trop tardives pour les cultures d'hiver, trop précoces pour les cultures d'été.

D'une façon générale, il y a déphasage entre les périodes de hautes et basses eaux et les phases de cultures. Les hautes eaux du printemps gênent les moissons des céréales (blé et orge) et les ravagent parfois dans la plaine mésopotamienne. Elles entravent aussi les travaux agricoles des cultures d'été. Par contre la période des basses eaux de juillet à novembre correspond à celle où l'agriculture a le plus grand besoin d'eau.

Les écoulements du Tigre et de l'Euphrate présentent trois grandes caractéristiques: (figures 1 et 2)

- Leur irrégularité est très forte et revêt un double aspect.

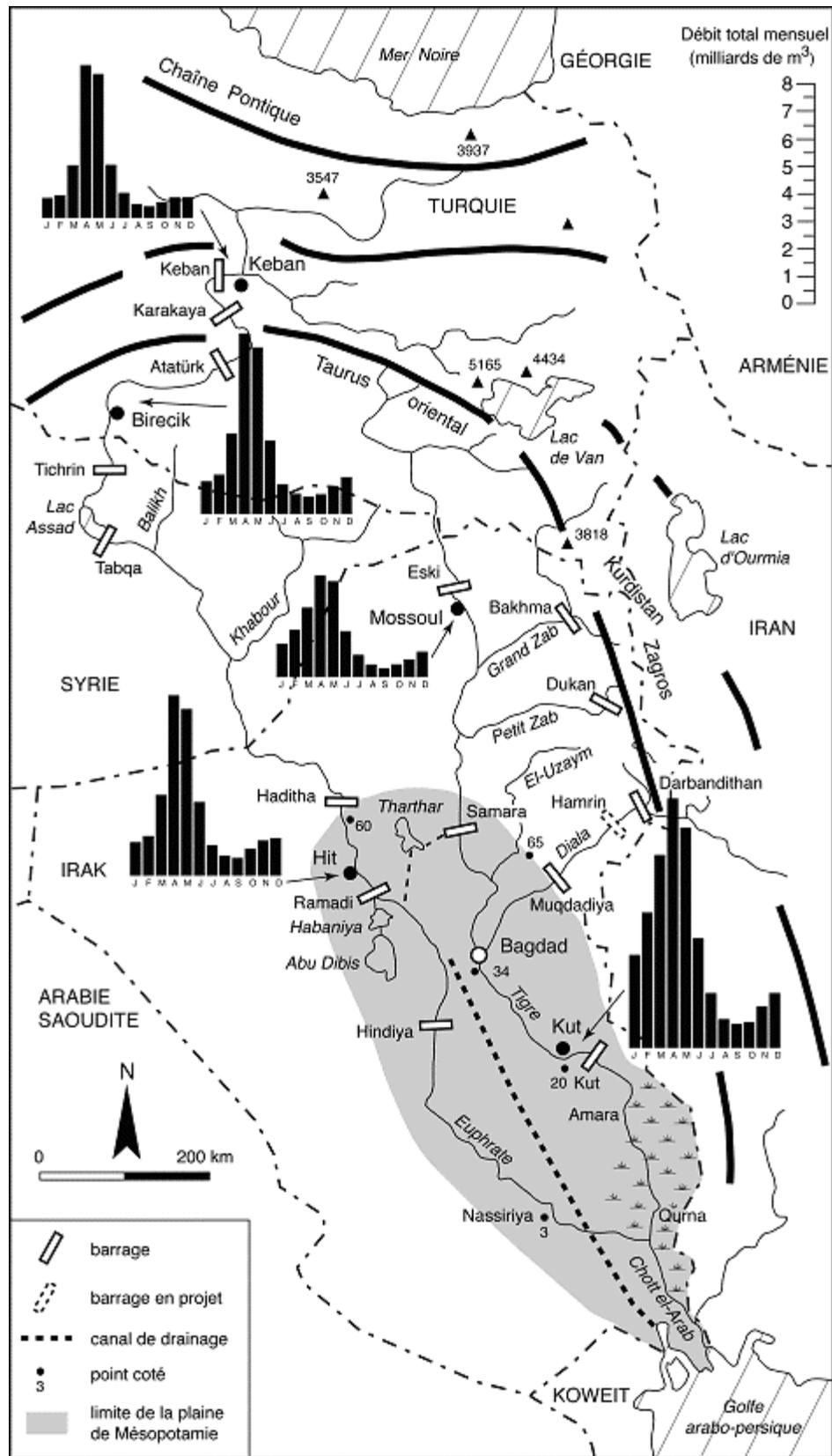


Figure 1. Les aménagements et les débits mensuels à différents points de mesure du Tigre et de l'Euphrate

L'irrégularité est saisonnière. 53 % des écoulements s'effectuent en trois mois (mars, avril, mai). Les étiages estivaux sont très prononcés: 300 m³/s pour l'Euphrate à l'entrée en Irak alors que le débit moyen est de 830 m³/s et pour le Tigre à Bagdad respectivement 360 m³/s et 1410 m³/s. Inconvénient majeur, ces étiages se placent à la fin de l'été (août et septembre) alors que les besoins en eau pour l'agriculture sont encore élevés. A la différence du Nil, le Tigre et l'Euphrate n'opèrent pas ce miracle d'apporter une eau étrangère dans le désert au moment où il est le plus chaud, le plus desséché (VAUMAS E. 1955).

Elle est inter annuelle. Déjà, en amont, en Turquie, le module annuel peut varier dans le rapport de 1 à 4 aussi bien pour le Tigre que pour l'Euphrate. Plus en aval, les écarts sont à peine atténués. Le débit moyen annuel peut varier dans de fortes proportions. A son entrée en Syrie l'écoulement annuel moyen de l'Euphrate est de 28 km³ (certains auteurs turcs avancent le chiffre de 31 km³). Au cours des périodes de sécheresse 1958/1962 et 1970/75, l'écoulement annuel n'a été respectivement que de 15 km³ (49% de l'écoulement moyen) et 16 km³ (62% de l'écoulement moyen!). Par contre, au cours de l'année humide de 1969 le débit annuel s'est élevée à 58 km³. A Hit, en Mésopotamie les deux extrêmes enregistrés sur les rives de l'Euphrate ont été de 12 km³ en 1930 et 35 en 1941 (1 à 3) (VAUMAS E. 1955).

Des constatations analogues peuvent être enregistrées pour le Tigre à Bagdad avec 16 km³ en 1930 et 52 en 1946 (rapport 1 à 3,3). (VAUMAS E. 1955). En outre, d'une année à l'autre, hautes eaux et étiages peuvent être décalés. Les hautes eaux peuvent être avancées dès janvier; en fait, elles peuvent se placer durant une période de 5 mois. De même, les étiages peuvent s'étaler jusqu'en décembre (VAUMAS E. 1955).

- L'ampleur et la brutalité des crues sont spectaculaires.

Alors que le débit moyen du Tigre est de 1410 m³/s à Bagdad, le fleuve a enregistré des crues de 13 000 m³/s. La crue maximale théorique est de 26 000 m³/s après le confluent du Tigre et de la Diyala. Les crues du Tigre sont particulièrement redoutables car il peut y avoir simultanément entre les hautes eaux du fleuve et celles de ses affluents (Figure 1). Pour l'Euphrate à Hit, ces valeurs sont respectivement de

775 et 5 200 m³/s. La crue maximale théorique est estimée à 8 000 m³/s. Ces crues sont très supérieures aux possibilités d'évacuation des lits qui ne dépassent pas 2 000 m³/s pour l'Euphrate et 8 000 pour le Tigre. La gravité de ces crues est renforcée par le fait qu'elles se produisent dans un véritable delta intérieur où les chenaux des fleuves sont sujets à des variations constantes et où il n'existe aucune vallée au sens topographique du terme (Figure 1). Les fleuves charrient des quantités énormes de matériaux: pour le Tigre l'alluvionnement annuel est estimé à 50 millions de tonnes (SANLAVILLE 2000).

Nous sommes bien loin des conditions égyptiennes où une vallée très nettement encaissée guide, canalise l'écoulement de la crue. Aussi déviations et changements de cours apparaissent-ils comme la norme. L'insécurité est le lot des fellah mésopotamiens: les ravages des fleuves peuvent réduire à néant le travail humain, digues et canaux d'irrigation. On garde le souvenir de la crue de 1831 du Tigre qui en une nuit emporta Bagdad et anéantit 7 000 maisons (VAUMAS E. 1955).

- Le débit décroît de façon notable d'amont en aval, notamment en Mésopotamie.

A l'entrée en Syrie, le débit annuel moyen de l'Euphrate est, on l'a vu, de 28 km³. Le débit diminue légèrement pendant la traversée syrienne, les apports du Khabour (1,6 milliards de m³/an) et du Balikh (150 millions de m³/an) ne compensent pas l'évaporation durant la traversée, il n'est que 26 km³ à la frontière irakienne (figure 1). Il s'affaiblit considérablement en aval en raison de l'évaporation et de la difficulté de l'écoulement: il n'est plus que de 14 km³ à Nasiriya (VAUMAS E. 1955).

Le Tigre, lors de son entrée en Irak, a un débit annuel de 18 km³ mais, à l'inverse de l'Euphrate, il s'enrichit considérablement avec les apports des affluents venus du Zagros: Grand Zab: 13,1 km³, petit Zab: 7,2 km³, Adhaïm, Diyala: 5,4 km³ (Figures 1 et 2). Ces apports marquent très fortement le régime du Tigre: cours d'eau montagnards à forte pente, ils transportent une très importante charge alluviale et comptent des crues fréquentes, brutales et violentes. En aval de Bagdad le débit annuel moyen s'élève à 46 km³ mais pour les mêmes raisons que l'Euphrate, il n'est plus que de 7 km³ à Amara en Basse Mésopotamie et 2,5 km³ à Qalat Saleh (SANLAVILLE 2000).

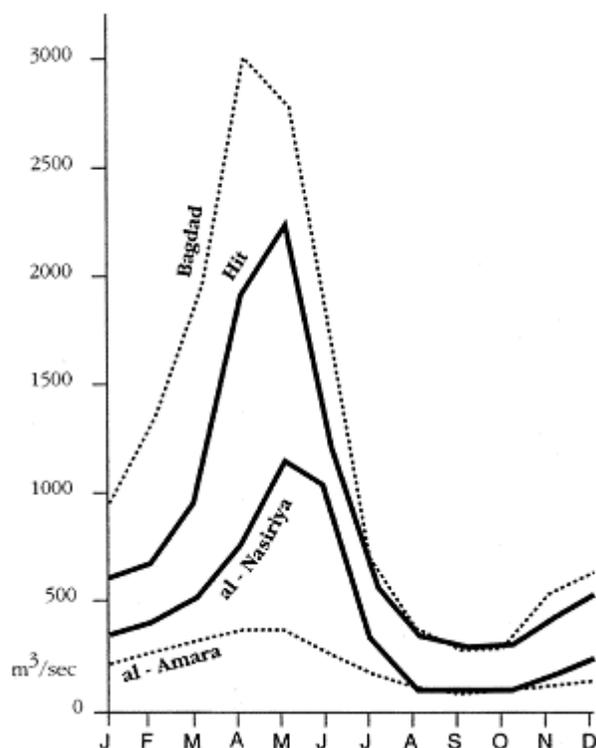


Figure 2 : Evolution des débits mensuels du Tigre et de l'Euphrate au cours de la traversée de la Mésopotamie. Tigre : pointillés ; Euphrate : trait plein.

L'examen de ces données hydrologiques de base fait bien apparaître la difficulté à mobiliser les eaux. L'harnachement du Tigre et de l'Euphrate s'impose si l'on veut non seulement se protéger des inondations mais aussi assurer l'alimentation d'une population qui pour les trois pays concernés a plus que triplé en 50 ans passant de 29 millions d'habitants en 1950 à 104 millions d'habitants en 2000. Il est indispensable de mettre en valeur des terres incultes jusqu'alors faute d'eau. Il est nécessaire de maîtriser les écoulements, de régulariser les débits si l'on veut fournir à l'agriculture l'eau nécessaire au moment souhaitable.

Par ailleurs les aménagements hydrauliques ont progressé de l'aval à l'amont ce qui ne simplifie pas les rapports entre pays riverains. Les pays d'aval souhaitent que les aménagements amont les plus récents ne compromettent pas les réalisations antérieures, bref que leurs "droits acquis" soient sauvegardés.

De l'aval à l'amont : les aménagements successifs

L'antériorité irakienne

L'aménagement hydraulique de la Mésopotamie remonte à un passé ancien. Sous l'empire arabe abbasside la maîtrise de l'eau était assurée mais par la suite l'abandon fut la règle. Ce n'est qu'au début du XXI^{ème} siècle que l'on envisage sérieusement de

discipliner définitivement le Tigre et l'Euphrate. La première tentative remonte à la période ottomane quand, en 1911, la Sublime Porte fait appel à un expert britannique William Willcocks qui avait acquis une solide expérience aux Indes et en Égypte (VAUMAS E. 1958). Sous le Mandat britannique, un département de l'irrigation est créé; les premiers travaux inspirés des plans de Willcocks sont entrepris. En 1950 le Bureau de l'équipement qui bénéficie des premiers financements d'origine pétrolière impulse une réelle dynamique à l'entreprise. L'Irak moderne tout au long de la deuxième partie du siècle écoulé n'a cessé de poursuivre et d'amplifier l'œuvre ainsi initiée. On peut distinguer trois périodes dans ce chantier de longue haleine.

Dans un premier temps, entre les deux guerres, des barrages de dérivation sont édifiés: ils orientent les eaux vers des canaux d'irrigation. Le barrage d'Hindiya sur l'Euphrate est construit de 1911 à 1913 et modernisé en 1927. Sur le Tigre on réalise le barrage de Kut de 1937 à 1939 et celui de Muqdadiya sur la Diyala (Figure 2). De ces barrages partent toute une série de canaux qui permettent l'extension de l'irrigation. Les progrès de l'occupation du sol sont rapides: on passe de 1 700 000 hectares irrigués à 3 000 000. Dans cette phase de l'expansion une place capitale est tenue par les procédés d'irrigation individuels: machines élévatoires (norias) et surtout les pompes à moteur qui en 1950 ont en grande partie supplanté les engins traditionnels.

Au lendemain de la seconde guerre mondiale, le dispositif se complète: on veut protéger la plaine des inondations. À partir du barrage de Ramadi (achevé en 1956), les crues de l'Euphrate sont détournées vers les dépressions naturelles d'Habaniya et d'Abu Dibis dont les capacités de stockage s'élèvent à 6,7 milliards de m³ (Figure 1) Les eaux du Tigre sont orientées vers l'immense dépression endoréique de l'oued Tharthar (85 milliards de m³) grâce au barrage de Samara (1956) (Figure 1). Le contrôle des eaux du Tigre et de l'Euphrate est désormais assuré. La dernière crue destructrice date de 1954 (VAUMAS E. 1958).

Dans une nouvelle phase, on cherche à lutter contre l'irrégularité interannuelle en construisant des barrages de retenue en dehors de la plaine mésopotamienne soit sur le plateau de la Jeziré irakienne soit dans les régions montagneuses parcourues par les affluents de rive gauche du Tigre. Un stockage de 40 milliards de m³ est prévu grâce à 6 barrages qui sont aussi producteurs d'électricité (MAJZOUB 1994). Tel est le cas du barrage d'Haditha sur l'Euphrate, achevé en 1985. Sur le Tigre avait été construit antérieurement le barrage d'Eski en amont de Mossoul. Dans les montagnes du Zagros, le long des affluents du Tigre, 5 sites ont été retenus : 2 sur la Diyala (Muqdadiya, Hamrin, Darbadikhan), un sur le Grand Zab (Bakhma), un sur le petit Zab (Dukan) (Figure 1). Il est bien difficile de faire le point. Il semble que seuls quatre de ces barrages soient actuellement achevés. Dans la même perspective, le canal Tharthar-Euphrate permet depuis 1976 de réutiliser les eaux accumulées dans le lac Tharthar et de pallier dans une certaine mesure la faible alimentation de l'Euphrate après les travaux entrepris en amont en Syrie et en Turquie. L'aménagement des deux grands fleuves

du Moyen-Orient, dans leur partie irakienne, est donc en passe de s'achever. Près de 90 % des eaux mobilisées sont destinées à l'agriculture dont les besoins n'ont cessé de croître au rythme de l'accroissement démographique d'un pays : 4,5 millions d'habitants en 1947, 10 en 1972, 24 actuellement ! 19 milliards de m³ ont été prélevés en moyenne annuelle pour la période 1940-49, 28 entre 1950 et 1959, 49 actuellement !

Les aménagements syrien et turc

Ces deux dernières décennies la Syrie d'abord et la Turquie ensuite ont entrepris la construction d'importants barrages en amont sur l'Euphrate qui entraînent des incertitudes sur les disponibilités en eau dont pourra disposer l'Irak.

Le barrage de Tabqa sur l'Euphrate et l'équipement du Khabour

Opération symbole à laquelle s'identifie le régime alaouite, la construction du barrage de Tabqa en Syrie a été conduite de 1968 à 1976 avec l'assistance soviétique (Figure 3). Ce barrage-poids crée une retenue, le lac Assad, qui couvre 640 km² et emmagasine 12 milliards de m³. La puissance installée permet de produire 5,6 TWh, mais l'intérêt principal du barrage est d'augmenter les superficies irriguées en Jeziré. Le barrage régulateur al-Bath complète le dispositif tandis que, plus en amont, le barrage de Tichrin (1991) a une finalité purement énergétique.

Le projet, dont la mise en œuvre souffre de nombreux retards, prévoyait l'irrigation de 640 000 ha nouveaux répartis en six grandes zones, le long de l'Euphrate jusqu'à la frontière irakienne et le long des deux affluents de rive gauche, le Balikh et le Khabour. On vise à irriguer 450 000 hectares de terres sèches sur la steppe et à bonifier le long des rives de l'Euphrate 160 000 hectares de terres déjà irriguées. Ainsi, les superficies irriguées syriennes pourraient être doublées. Le système agricole de la vallée de l'Euphrate pourrait être intensifié. Les rendements des cultures traditionnelles (blé, orge et coton) devraient être améliorés, de nouvelles cultures introduites : plantes fourragères, légumes, riz et surtout betterave à sucre (AYEB 1998).

Après quinze années d'efforts, le bilan des réalisations n'est pas à la hauteur des espérances initiales. L'intensification des systèmes de culture est lente à venir. La mise sous irrigation se heurte à de très sérieux problèmes techniques: salinisation des terres due au surpompage, trop forte concentration de gypse dans le sol, affaissement des canaux d'irrigation, pertes d'eau d'irrigation en réseau de l'ordre de 50%! 240 000 hectares sont, en principe, bonifiés mais l'irrigation effective concerne seulement 100 000 hectares actuellement. L'objectif fixé ne sera certainement pas réalisé. Les nouveaux colons, qui sont astreints à un système contraignant de coopératives, se recrutent avec difficulté: une nouvelle paysannerie a du mal à s'enraciner.

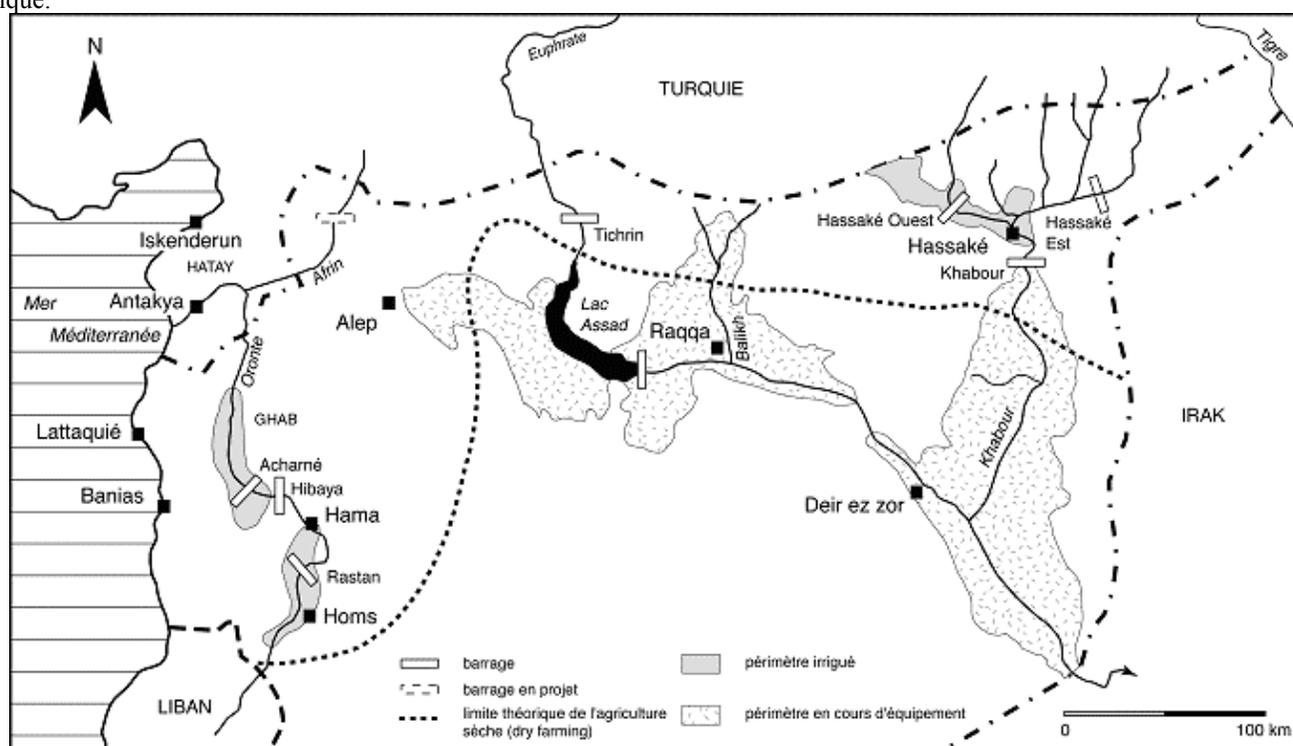


Figure 3. L'irrigation en Syrie

L'aménagement de la haute vallée du Khabour doit compléter le dispositif mis en place dans la vallée de l'Euphrate. Le plan vise à l'irrigation à terme de 360 000 hectares (moins de 100 000 le sont actuellement). Il repose sur deux types d'intervention. D'une part une dizaine de petits barrages et de prises d'eau ont été réalisés le long des petits affluents de la section amont du Khabour. La retenue globale pour cet ensemble est de 100 millions de m³. Par ailleurs, l'aménagement de la haute et de la moyenne vallée du fleuve se poursuit actuellement à une autre échelle. Trois ouvrages de moyenne capacité sont achevés: le barrage d'Hassaké-ouest a une capacité de retenue de 91 millions de m³, celui d'Hassaké-est 232 millions de m³ et celui du Khabour en moyenne vallée a une retenue beaucoup plus importante: 665 millions de m³. Au total c'est plus d'un milliard de m³ qui sont ou vont être mobilisés dans cette vallée du Khabour (AYEB 1998).

Enfin le long du cours frontalier du Tigre, les Syriens envisagent l'aménagement de stations de pompage pour la fourniture d'eau potable des villes de la région.

Au total, les infrastructures réalisées au cours de ces deux dernières décennies par la Syrie le long de l'Euphrate et de ses affluents autorisent une mobilisation d'au moins 13 milliards de m³. Tout ne sera pas utilisé pour l'irrigation mais plusieurs milliards de m³ viendront en déduction du débit actuel de l'Euphrate à son entrée en Irak. En même temps, symétriquement les Turcs, plus en amont, procèdent à la mobilisation d'énormes volumes d'eau ce qui ne sera pas sans effet sur le débit de l'Euphrate à son entrée en Syrie et par voie de conséquence en Irak.

Un projet colossal: le GAP (Güneydogu Anadolu Projesi)

L'Euphrate représente, à lui seul, environ 45% du potentiel hydroélectrique de la Turquie. A partir d'un aménagement hydraulique du Tigre et de l'Euphrate, le Programme Régional de Développement de l'Anatolie du Sud-Est vise à un développement intégré d'une vaste zone de 75 000 km² incluant 6 départements d'Anatolie orientale peuplés de 6 millions d'habitants. La phase de réalisation est déjà largement entamée (MEHMETCIK 1997-OLCAY ÜNVER 1997-NAFF & HANNA 2002). Ce projet colossal est illustré à la figure 4.

Sur l'Euphrate, le barrage de Keban -le plus en amont- dont la retenue est de 30 milliards de m³ est terminé depuis 1974; il fournit exclusivement de l'électricité (1,2 TWh). Le projet global, en aval de Keban, est beaucoup plus ambitieux. Une gigantesque opération hydraulique se décompose en treize sous-projets: sept sur l'Euphrate et ses affluents et six dans le bassin du Tigre. Une dizaine de centrales hydro-électriques produiront 26 TWh, dont 8,1 pour Atatürk et 7,3 pour Karakaya. Le barrage Atatürk, la pièce essentielle, (48 milliards de m³, soit deux fois le module moyen annuel du fleuve) est entré en service en 1992 et, depuis, ont été achevés d'autres barrages notamment Karakaya et Birecik sur l'Euphrate, Ilisu sur le Tigre.

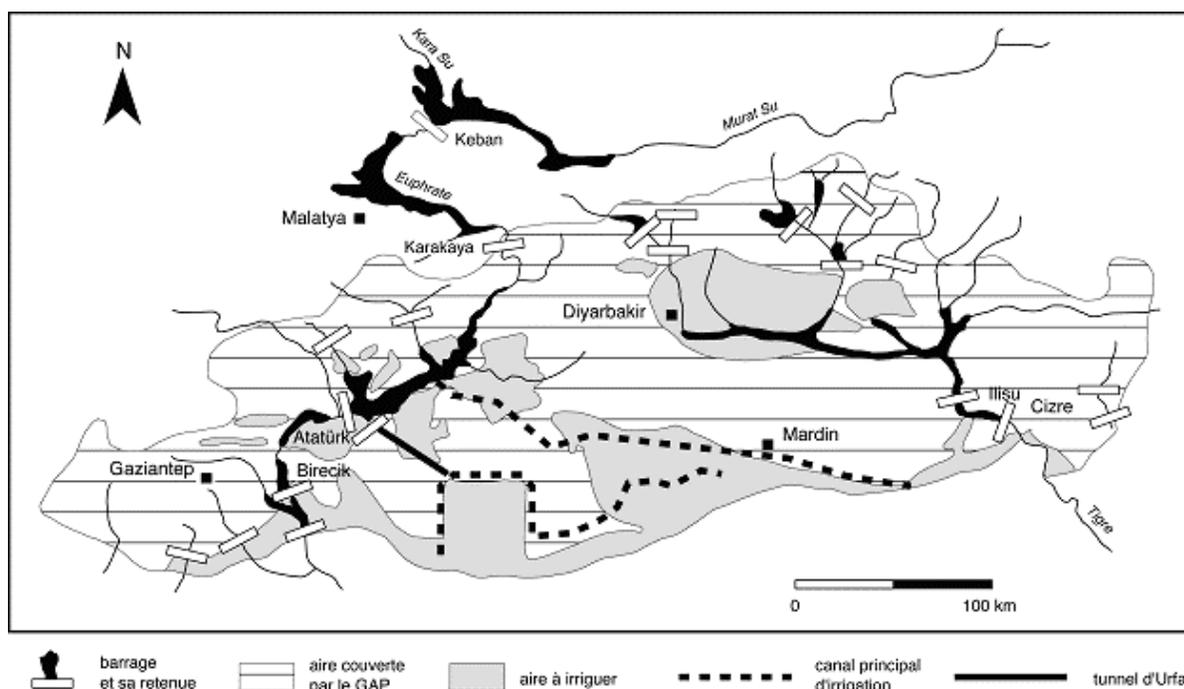


Figure 4. Le Güneydogu Anadolu Projesi (GAP)

	Euphrate		Tigre	
	Bassin	Débit	Bassin	Débit
Turquie	28 %	88 %	12 %	40 %
Syrie	17 %	12 %	2 %	0 %
Irak	40 %	0 %	52 %	51 %
Iran			34 %	9 %

Tableau 1: Répartition de la superficie des bassins et du volume des débits (en %) entre les pays riverains du Tigre et de l'Euphrate (Beschomer 1992)

L'eau ainsi mobilisée doit allier la production d'énergie et l'irrigation. Sur une superficie cultivée de 3 000 000 hectares, 1 700 000 seront irrigués et consommeront 22 milliards de m³ d'eau/an. A partir de la retenue Atatürk, le tunnel hydraulique le plus long du Monde permettra l'écoulement de 328 m³/s (le tiers du débit de l'Euphrate) et l'irrigation de la plaine d'Urfa-Harran. Des canaux assureront, en outre, un transfert sur plusieurs dizaines de kilomètres de l'eau nécessaire à l'irrigation des régions limitrophes de la Syrie et notamment la plaine de Mardin-Ceylanpinar. Des pompes à partir de retenues le long du Tigre permettront la conquête de nouvelles superficies irriguées plus à l'est. Actuellement, la production électrique atteint 16 TWh et 120 000 hectares sont effectivement irrigués et 200 000 prêts à l'être. Quand tous les projets (22 barrages capables de stocker 110 milliards de m³: 101 sur l'Euphrate, 9 sur le Tigre et 19 centrales) qui intéressent aussi bien la vallée de l'Euphrate que celle du Tigre viendront à terme, on estime qu'entre 17 et 34% du débit sera absorbé (BESCHOMER 1992). Si tout se passe comme prévu le débit de l'Euphrate en Syrie devrait être réduit de 11 milliards de m³ et celui du Tigre de 6. En outre, les risques de pollution en aval sont prévisibles (NAFF & HANNA 2002). Les eaux usées du GAP vont se déverser dans la zone où se forme la source du Khabour, l'affluent syrien de l'Euphrate. On peut deviner la vigueur des réactions syrienne et irakienne.

La politique gouvernementale en faveur de l'Est s'est concentrée sur ce projet gigantesque, érigé en véritable mythe du développement national. Le GAP est pour les autorités turques conçu comme une solution au sous développement de la partie kurde du pays et une réponse économique aux demandes d'autodétermination de ses habitants. Les effets d'impact sont assez spectaculaires. Le projet, qui inclut le transfert de la population de plusieurs centaines de villages et de la petite ville de Samsat, l'antique Samosate, et plusieurs dizaines de chantiers de fouilles archéologiques de sauvetage, est considérable. Le coût total est estimé à 32 milliards de \$ US, soit le 1/5 du PNB annuel du pays. On souhaite donc rentabiliser au mieux ces investissements, en substituant à la céréaliculture extensive une agriculture irriguée intensive tournée vers les cultures industrielles, en premier lieu le coton. L'irrigation permettra aussi l'augmentation du rendement des céréales et des vergers et l'introduction de nouvelles cultures: soja, maïs, arachide, riz.

L'électricité des barrages doit alimenter de nouvelles usines sur place au lieu d'être expédiée vers l'Ouest industrialisé. L'amélioration de l'habitat rural et le développement d'activités touristiques sont également programmés. Le but de ce plan ambitieux est d'arrêter le flux d'émigration en fixant la population avec des activités économiquement efficaces. Son achèvement est prévu pour 2013.

On devine aisément que tous ces aménagements viennent perturber le partage traditionnel des eaux entre les trois pays.

Un difficile partage des eaux

Avec la poursuite des aménagements hydrauliques dans les cours syrien et turc du Tigre et surtout de l'Euphrate, les relations entre États, déjà fort délicates dans cette partie du Moyen Orient, se compliquent dangereusement. La question du partage de l'eau se greffe sur les autres questions en suspens (question kurde, non reconnaissance de certains tracés frontaliers) et contribue sérieusement à aggraver le contexte géopolitique. Les deux pays arabes d'aval: la Syrie et l'Irak se trouvent placés dans une inconfortable position de dépendance à l'égard de la Turquie (tableau 1). L'Euphrate, le Tigre et ses affluents coulent bien en Irak mais ils sont alimentés par des précipitations extérieures: 70% de l'alimentation est turque, 7% irakienne et 23% seulement irakienne. Cette situation ne posait pas de problème jusqu'alors dans la mesure où l'Irak était, de fait, le seul utilisateur. Il n'en est pas de même aujourd'hui avec les réalisations syrienne et turque.

Hydropolitique et crises interétatiques

Elles ont été fort nombreuses depuis une trentaine d'années. Elles opposent évidemment la Turquie aux deux autres pays arabes. Mais les frères arabes ennemis (Syrie et Irak) s'opposent aussi violemment entre eux. Les premières discussions entre États riverains remontent à la décennie 1960. Une réunion tripartite de 1965 aboutit à un échec.

La construction du barrage de Tabqa a provoqué une vive réaction de la part de l'Irak d'autant plus, qu'au même moment, la Turquie mettait en eau le barrage hydroélectrique de Keban. L'Euphrate fournit en effet 37% des eaux d'irrigation de l'Irak. Le remplissage du lac Assad priva temporairement l'Irak d'une partie

des eaux de l'Euphrate mais les évaluations des deux pays diffèrent. L'Irak prétendait n'avoir disposé en 1975 que de 9,4 milliards de m³ (moins du 1/3 du débit habituel) alors que la Syrie avançait le chiffre de 12,8 milliards de m³ l'équivalent de la consommation annuelle de l'Irak à l'époque. Devant la détérioration des relations entre les deux pays une médiation saoudienne fut tentée mais le projet saoudien de répartition proportionnelle des eaux n'eut jamais de suite. Il fallut l'intervention soviétique pour que la Syrie accepte de laisser s'écouler une quantité d'eau supplémentaire. Pendant la période de sécheresse des années 1980, l'Irak accusa plusieurs fois la Syrie de retenir les eaux de l'Euphrate.

Les tensions entre la Turquie et ses voisins arabes sont récurrentes. Avec la Syrie, elles sont les plus fortes. La Turquie établit un lien avec le problème de l'Oronte. Entre la Turquie et la Syrie il existe, en effet, un contentieux de fond lié à l'annexion du Sandjak d'Alexandrette devenu le Hatay turc. En 1939, la France, puissance mandataire en Syrie, céda le Hatay à la Turquie pour s'assurer sa neutralité dans le conflit à venir avec l'Allemagne. La Syrie n'a jamais reconnu cette annexion du Sandjak d'Alexandrette parcouru par la partie aval de l'Oronte. L'eau de l'Oronte est actuellement, dans la partie amont du fleuve, mobilisée par la Syrie à plus de 90%. Depuis 1964, la Turquie propose à la Syrie un accord sur tous les cours d'eau communs aux deux États, en particulier sur l'Oronte, ce qui reviendrait à une reconnaissance syrienne indirecte de la souveraineté turque sur Alexandrette. Damas qui persiste dans sa revendication du Sandjak d'Alexandrette n'obtient pas de règlement satisfaisant à propos de l'Euphrate.

Plus récemment la décision unilatérale de la Turquie d'entreprendre le GAP a été perçue par ses voisins d'aval comme agressive et indélicate. La construction du barrage de Keban suscite, en 1972, des protestations officielles de la Syrie non pas à cause d'une baisse effective du débit (le barrage produit de l'électricité et doit régulariser le fleuve) mais parce que la Turquie démontrait qu'elle était capable de contrôler l'Euphrate en amont. L'affrontement le plus sérieux qui opposa la Turquie et ses deux voisins eut lieu lors du remplissage du lac de retenue du barrage Atatürk au début de 1990. La Turquie est accusée non sans raison de ne pas avoir honoré les engagements antérieurs (celui de 1987). Il y a eu effectivement rupture de l'alimentation en eau de l'Euphrate durant le mois de janvier 1990. En Irak, l'interruption de l'écoulement a conduit à une perte de 15% des récoltes. Récemment le désaccord a été manifesté à propos de la construction du barrage de Birecik (figure 4)

L' « arrangement » de 1987

Il n'existe aucun traité tripartite sur l'exploitation et la répartition des eaux entre les États riverains du bassin du Tigre et de l'Euphrate. Le traité de Lausanne de 1923 contenait une clause stipulant que la Turquie devait consulter l'Irak avant d'entreprendre des travaux hydrauliques. En 1962, la Syrie et l'Irak créèrent une commission mixte mais son rôle resta limité du fait de l'absence de travaux hydrauliques importants. Vers

1972/73 les deux mêmes pays firent des tentatives infructueuses pour négocier un accord sur l'Euphrate. L'imprécision du droit international en ce domaine ne facilite pas les choses.

Le seul arrangement consenti par la Turquie, en 1987, est un accord bilatéral avec la Syrie portant sur les quotas, la Syrie reçoit 500 m³/s (soit 15,75 milliards de m³-an) alors que le débit naturel de l'Euphrate à l'entrée en Turquie est de 28 milliards de m³-an. Un autre accord bilatéral syro-irakien (avril 1990) prévoit une répartition proportionnelle des eaux de l'Euphrate entre les deux pays (42% pour la Syrie, 58% pour l'Irak) quel que soit le débit du fleuve soit en année «normale» 6,6 milliards de m³ pour la Syrie et 9 pour l'Irak .

Toutefois les crises ont été nombreuses entre les trois pays concernés que ce soit avant ou après la signature de ces accords.

Quelles perspectives pour la prochaine décennie?

Un règlement satisfaisant pour les trois parties en présence paraît très difficile sinon impossible tant les positions de principe sont éloignées.

L'Irak estime que les deux fleuves sont internationaux et demande le respect des droits acquis. Cette position sous-entend le respect de la consommation antérieure de chacun des États riverains et le partage équitable des ressources supplémentaires obtenus par des aménagements ultérieurs. L'Irak demande aussi que soit reconnue l'indépendance des bassins versants et s'oppose à la position turque mais aussi syrienne qui considère que le Tigre et l'Euphrate constituent deux branches d'un même bassin hydrographique. En optant pour l'unicité du bassin, la Turquie et la Syrie proposent que l'Irak prenne sa part de ressources sur le Tigre difficilement aménageable dans sa partie amont laissant ainsi à la Turquie et à la Syrie le bénéfice exclusif des eaux de l'Euphrate. Pour l'Irak au contraire les deux fleuves doivent être considérés séparément et un partage équitable des eaux de chacun d'eux doit être envisagé entre les trois États riverains.

Pour la Syrie, l'Euphrate est un fleuve international et il doit y avoir respect des "droits acquis" et interdiction de tout aménagement qui modifierait le débit sans l'accord de l'ensemble des États riverains. Sur ce point la position syrienne est identique à celle de l'Irak. Par contre, elle s'en écarte sur un autre point: elle soutient "l'unicité" du bassin versant du Tigre et de l'Euphrate. En clair elle propose que le partage des eaux de l'Euphrate ne s'opère qu'entre la Syrie et la Turquie et que l'Irak se satisfasse d'une exploitation quasi exclusive des eaux du Tigre qui n'est qu'un fleuve frontalier pour elle.

La Turquie soutient que les deux fleuves constituent un seul bassin et qu'ils sont transfrontaliers et non internationaux. Un tel statut permettrait à la Turquie de gérer à sa guise les ressources disponibles des deux fleuves sans prendre en considération les demandes et les besoins de la Syrie et de l'Irak. La Turquie

accepte pourtant de ne pas porter atteinte aux droits acquis antérieurs aux nouveaux projets hydrauliques. Elle a ainsi accepté de signer l'accord de 1987. Pour l'avenir sa position est nette: elle accepte de coopérer pour la gestion des eaux du Tigre et de l'Euphrate, à condition de se limiter à des projets précis. Mais elle n'est pas prête d'accéder à la demande de ses co-riverains de conclure un accord multilatéral sur des quotas de répartition. Cette attitude contribue à entretenir la tension dans la région. La Turquie soutient que les déficits en eau en aval sont liés à une mauvaise gestion et ne relèvent pas du domaine juridique. Les pays en aval doivent mettre en œuvre des techniques plus économes en eau. Elle soutient que l'accord de 1987 sur les quantités allouées à la Syrie est définitif et rejette les demandes conjointes de la Syrie et de l'Irak pour une augmentation des quotas à 700 m³/s.

Cette position risque d'être lourde de conséquences. Si on se fie à des estimations turques figurant dans le tableau 2, sans doute un peu gonflées, dans les décennies à venir les demandes d'eau ne feront que croître et l'on voit mal comment les demandes des pays en aval pourraient être satisfaites.

Dans un cadre plus large, la politique turque est de plus en plus ambiguë. A la fin des années 80, elle se présentait comme le château d'eau de la région et on lui prêtait l'intention de céder une partie de ses eaux aux pays arabes. Maintenant elle veut toute son eau pour elle. Cette réticence manifeste va de pair avec un désintérêt croissant vis à vis du Moyen Orient arabe. La Turquie commence à se considérer comme le centre géopolitique d'une région en train d'émerger. Il y a plus d'avenir pour elle dans le développement de liens économiques et politiques avec les États de l'ex URSS notamment les turcophones.

Plus que jamais la Turquie reste maître des eaux.

Aménagement hydraulique et environnement

Une intervention humaine de si grande ampleur et si prolongée dans le temps induit des effets d'impact non négligeables sur l'environnement. Ils sont les plus sensibles et les plus anciens en Irak mais ils commencent à se faire sentir dans la partie amont avec la mise en valeur du GAP.

La progression de la salinisation

La salinisation des terres est à la fois un frein et une conséquence de la mise en valeur. Elle est la plus marquée en Mésopotamie. Elle a, en partie, des causes naturelles : les eaux du Tigre et de l'Euphrate contiennent une charge non négligeable de sels dissous et ne peuvent être utilisées sans précaution. L'écoulement des eaux, notamment celle des nappes phréatiques, s'effectue très difficilement et favorise ainsi la salinisation. La Mésopotamie est une vaste plaine limono-argileuse, large de près de 200 km, basse, plate et uniforme. La pente est extrêmement faible : elle est, par exemple de 0,034 % entre Kut et Amara, et elle diminue encore vers l'aval puisque le Tigre est à 5 mètres seulement d'altitude alors qu'il lui reste encore plus de 300 km à parcourir (pente de 0,016 %). Dès l'entrée dans la plaine en amont de Bagdad, le Tigre et l'Euphrate coulent entre des digues dans un lit exhaussé par rapport à la plaine qui les environne. L'irrigation par gravité ne pose aucun problème: tous les canaux s'étirent entre des digues au-dessus des champs. En revanche, l'écoulement des nappes est très lent; d'immenses marais jalonnent la plaine, surtout en Basse Mésopotamie. L'évaporation est intense dans ces eaux plus ou moins stagnantes. La salinité touche de 70 à 80% des terres cultivées. 25 000 hectares sont perdus chaque année.

L'action humaine contribue également à l'extension de la salinisation. L'eau est utilisée sans contrôle et, à certains égards, gaspillée. Il n'est pas certain que l'intensification des systèmes de cultures soit écologiquement acceptable. L'économie agricole traditionnelle avec jachère maintenait un certain équilibre. Une intensification qui tend à une occupation pérenne des terroirs accroît le rythme des arrosages et aboutit à une dégradation accrue de l'environnement dans l'état présent de la technique. Par ailleurs avec le développement des cultures irriguées en amont, les eaux sont beaucoup plus polluées et salées. La teneur en sel qui est de l'ordre de 250 mg/l à la frontière turque passe à plus de 600 mg/l dans la partie inférieure de l'Euphrate et à 5 000 mg/l au débouché sur le Golfe.

	Euphrate		Tigre	
	Potentiel (km ³)	Utilisation souhaitée (km ³)	Potentiel (km ³)	Utilisation souhaitée (km ³)
Turquie	31,6	18,4	25,2	6,9
Syrie	4	11,3	0	2,6
Irak	0	23	23,43	45
Total	35,6	52,9	48,7	54,5

Tableau 2: Potentiel et demande d'eau (en km³) des trois pays riverains du Tigre et de l'Euphrate (BESCHOMER 1992)

L'extension de l'irrigation ne peut s'envisager qu'avec la mise en place d'un système de drainage longtemps négligé. L'entreprise est difficile. De Bagdad au Golfe a été mise en chantier la construction d'un grand canal de drainage pour évacuer vers la mer les eaux salées au lieu de les rejeter dans les fleuves. Long de 565 km, ce «troisième fleuve», vient d'être achevé en 1992. C'est l'aboutissement en réalité d'un vieux projet, il date des années 50. La réalisation est techniquement spectaculaire. Le tracé du canal s'inscrit entre les deux fleuves, il débute au sud de Bagdad et court jusqu'au golfe Arabo-persique. Dans sa partie amont, il est capable d'évacuer 30 m³/s et dans sa partie terminale 325 m³/s soit environ 10 milliards de m³-an. En Basse Mésopotamie, à la hauteur de Nassiriya sa largeur est de 250 mètres et sa profondeur de 2 mètres. En outre, des photos satellites récentes (NAFF & HANNA 2000) ont révélé que dans la zone des marais, en rive droite du Tigre, un dispositif complémentaire a été introduit à la hauteur de Qurna : un immense fossé de drainage de 48 km de long et 2 km de large qui, de toute évidence, a précipité leur assèchement.

La disparition des marais de Basse Mésopotamie

L'achèvement du Grand Canal signifie en fait la mort des marais de Basse Mésopotamie. D'après le projet, il pourrait permettre de gagner par la désalinisation 1,5 millions d'hectares, de limiter les inondations en période de crue afin d'assurer une production agricole moins aléatoire et aussi, pour certains, d'améliorer la navigation vers le Chott el Arab. Sans conteste le projet répond à une rationalité technologique et économique mais sa réalisation suscite polémiques et contestations. En arrière plan apparaît une dimension sociale et géopolitique. Le troisième fleuve est perçu aussi comme une opération dirigée contre la communauté chiite locale et contre les Arabes des marais dont le cadre de vie et les conditions d'existence seraient totalement transformés. Il permettrait au pouvoir central sunnite d'asseoir son autorité sur une région chiite trop souvent rebelle, occupée par les « Arabes des marais » superbement décrit par Wilfred Thesiger (1991).

Quelle est la situation actuelle ?

A vrai dire les marais sont menacés depuis de longues années par la diminution de leur alimentation. Les deux fleuves sont affaiblis par l'infiltration, l'évaporation, les prélèvements pour l'irrigation. Depuis 1987, les quotas consentis par la Turquie à la Syrie (6,6 km³) et à l'Irak (9 km³) par l'accord de 1987 ont considérablement réduit les débits. Quand tous les équipements du GAP seront réalisés on estime que la réduction sera certainement plus importante portera sur 36 % du débit des deux fleuves. L'alimentation des marais s'en ressentira inévitablement. Mais en fin de compte c'est l'achèvement du « troisième fleuve » qui a porté le coup fatal aux marais de Basse Mésopotamie. Le bilan est sévère. Les marais qui s'étendaient sur 35 000 km²

n'occupent plus en 2 000 que 5 600 km² (diminution de 86 %). Les quelques marais qui échappent au désastre, mal alimentés, sont en déclin. Leur disparition totale semble irréversible. C'est un écosystème de marécages (flore et faune) unique dans cette partie du monde qui disparaît. (Naff & Hanna 2002) Les Arabes des marais avaient déjà durement pâti du conflit irako-iranien des années 80. Ce sont maintenant leur condition de vie qui changent radicalement. Pour la plupart d'entre eux la seule issue est l'exode rural.

Les aménagements hydrauliques du Tigre et de l'Euphrate sont à l'image de ce qui a été entrepris, le demi-siècle dans les marges arides et les déserts du reste de monde (vallée du Nil, équipement des vallées de l'Amou et du Syr Daria en Asie Centrale etc...). En dépit des tensions inhérentes à tout partage des eaux, notre région d'études apparaît comme relativement privilégiée dans un Moyen-Orient aride où la pénurie est désormais installée (Israël, Palestine, Jordanie...). Il faudrait toutefois se garder de trop d'optimisme. Il faut, en effet, prendre en compte pour les décennies à venir l'accroissement démographique qui portera les habitants de l'Irak, de la Syrie et de la Turquie de quelque 115 millions actuellement à 156 en 2025. Le tableau 3 ci-dessous met en perspective l'évolution des ressources annuelles par habitant compte tenu des dispositions de l'« arrangement » de 1987.

	Ressource en km ³	2000		2025	
		Population millions	m ³ -an-hab	Population millions	m ³ -an-hab
Turquie	203	66	3080	88	2306
Syrie	14,2	16	947	27	525
Irak	61	23	2877	41	1487

Tableau 3. Evolution 2000-2025 de la ressource en eau des 3 pays riverains avec l'application de l'arrangement de 1987.

La Turquie qui en 2025 disposera de 2306 m³-an-hab restera toujours bien pourvue. La baisse de la ressource irakienne est sensible : elle passera de 2877 m³-an-hab à 1487. La situation de la Syrie sera plus problématique. En 2000, elle est de l'ordre de 947 m³-an-hab, elle descendra à 525 bien en dessous de la norme de 1000 m³-an qui détermine le seuil en dessous duquel un pays peut rencontrer de sérieuses difficultés. Si la perspective de pénurie est à écarter au niveau régional, les inégalités de la répartition de la ressource entre pays riverains se creuseront et litiges et conflits ont toute chance de perdurer.

Bibliographie

- ALI IHSAN BAGIS. (1997), : Turkey's hydropolitics of the Euphrates-Tigris Basin, *Water Resources Development*, vol 13 n°4 p. 567-581
- AYEB H., (1998): *L'eau au Proche-Orient. La guerre n'aura pas lieu*, Karthala-CEDEJ, 231 p.
- BANQUE MONDIALE, (1994), *A strategy for managing water in the Middle East and North Africa*, The World Bank, Washington D.C.
- BANQUE MONDIALE, (1995), *From scarcity to security: Averting a water crisis in the Middle East and North Africa*, The World Bank, Washington D.C.
- BEAUMONT P., BLAKE G., WAGSTAFF J. M., (1988), *The Middle East, A Geographical Study*, Londres, David Fulton, 623 p.
- BESCHOMER N., (1992), "Le rôle de l'eau dans la politique régionale de la Turquie" *Maghreb-Machreq*, Documentation française, n° 138 p. 48/63
- BIROT P. & DRESCH J., (1953 - 1956), *La Méditerranée et le Moyen-Orient*, Paris, PUF, t.1: *La Méditerranée occidentale*, 544 p.; t.2: *La Méditerranée orientale*, 525 p.
- BULLOCH J. & DARWISH A. (1993): *Water wars, coming conflicts in the Middle East*, Londres, Victor Gollanz
- CHESNOT C, (1993), *La bataille de l'eau au Proche-Orient*, Paris, l'Harmattan, 222 p.
- DRYSDALE A. & BLAKE G., (1985), *The Middle East: A Political Geography*, Oxford, Oxford University Press, 367 p.
- GLEIK N.P. (1993): *Water in crisis. A guide to the world's Fresh water resource*, Oxford, Oxford University Press, 473 p.
- ISAAC J. & SHUVAL H.ed. (1994) *Water and peace in the Middle East.*, Elsevier Scientific B.V., Amsterdam, The Netherlands.
- MAJZOUB T., (1994): *Les fleuves du Moyen-Orient: situation et perspectives juridico-politiques*, Paris, Harmattan, 281 p.
- MARGAT J. & TIERCELIN J.R., (dir), (1998), : *L'eau en questions. Enjeu du XXIe siècle*, Paris, Romillat, 300 p.
- MEHMETCIK B. & ILHAN A., (1997), : Water resources of Turkey: potential, planning, development and management, *Water Resources Development*, vol 13 n° 4, p. 443-452

- MIRIAM R. LOWI, (1995): *Water and power: the politics of a scarce resource in the Jordan River basin*. Cambridge, Cambridge University press, 297 p,
- MUTIN G, (2000),: *L'eau dans le Monde arabe*, Paris, Ellipses, 156 p.
- NAFF T. & MATSON R.,: (1984), *Water in the Middle East: Conflict or Cooperation*, Boulder et Londres, Westview Press, 236 p.
- NAFF T. & HANNA G, (2002), The Marshes of Southern Iraq: a hydro-engineering and political profile, in *The Iraqi Marshlands, a human and environmental study*, edited by Emma Nicholson & Peter Clark., London, Politico's Publishing,
- Nicholson E. & Clark P. (ed), (2002), *The Iraqi Marshlands, a human and environmental study*, London, Politico's Publishing 330 p.
- OLCAY ÜNVER I.H., (1997),: South-eastern Anatolia Integrated Development Project (GAP), Turkey: an overview of issues of sustainability, *Water Resources Development*, vol 13 n°2 p. 187-207.
- ROGERS P. & LYDON P. ed.(1994): *Water in the Arab world: perspectives and prognoses.*, Harvard University press, Cambridge, MA
- SANLAVILLE P., (2000), : *Le Moyen-Orient arabe, le milieu et l'homme*, Paris, A. Colin, 264 p.
- SIRONNEAU J., (1996),: *L'eau, nouvel enjeu stratégique mondial*, Paris, Economica, coll poche géopolitique, 108 p.
- THESIGER W. (1991), *Les Arabes des marais ; Tigre et Euphrate*, Paris, Plon, coll Terre humaine, 305 p.
- VAUMAS E. (de), (1955), Géographie physique de l'Irak, études irakiennes première série, *Bulletin de la Société de Géographie d'Égypte*, tome XXVIII
- VAUMAS E. (de), (1958), Le contrôle et l'utilisation des eaux du Tigre et de l'Euphrate, études irakiennes, deuxième série, *Revue de géographie alpine* , 46, 2 p. 235-331

LES PARADIGMES DE LA GESTION TRANSFRONTALIÈRE À L'ÉPREUVE DU DNIÉPR

Gabrielle BOULEAU¹, Pierre LORILLOU², ¹ENGREF, Département eau, 648 rue JF Breton, BP 44494 34093, Montpellier Cedex 5, Tel +33 (0)4 67 04 71 14, Fax +33 (0)4 67 04 71 01, Courriel : bouleau@engref.fr, ² BCEOM – 78 Allée John Napier, 34965 Montpellier Cedex 2, Tel : 04 67 99 23 90, Courriel : p.lorillou@bceom.fr

Résumé : Les recommandations internationales concernant la gestion des eaux transfrontalières s'appliquent traditionnellement pour des pays riverains, concurrents sur le plan économique qui ont des législations très distinctes, des populations de cultures et de langues différentes et qui ne possèdent pas de systèmes de suivi de la qualité de l'eau à l'échelle supra-nationale. Ces présupposés ne sont pas toujours pertinents dans les pays de l'ex-Union Soviétique et en particulier dans le bassin du Dniepr. Il y a donc lieu d'adapter ces recommandations en reconnaissant les atouts institutionnels communs de ces pays nouvellement indépendants tout en intégrant les contraintes de l'héritage industriel et de la transition économique en cours. La formation continue pourrait jouer un rôle essentiel dans le cas précis du bassin du Dniepr.

Mots clés : Bassin transfrontalier, eaux internationales, Dniepr, Mer Noire, Tchernobyl, Ukraine, Russie, Biélorussie, Crimée.

Abstract : International guidelines for transboundary waters have been developed for riparian countries facing economical competition, having very different legislations, culture and languages. Such guidelines recommend to set an international monitoring system because most of the time it is missing. Riparian countries of the Dniپر have a common recent past which make things quite different from most international basins. Therefore such guidelines must be adapted to acknowledge institutional opportunities of the New Independent States. Moreover, the industrial heritage and the economical transition are big constraints to take into account. Retraining could be a key factor for the future of the Dniپر basin.

Key words : Transboundary basin, international waters, Dniپر, Black Sea, Tchernobyl, Ukraine, Russia, Belarus, Crimea.

Introduction

L'Union Européenne finance des projets de formation dans les pays de l'ex-URSS pour accompagner des projets d'investissement et de soutien à ces économies en transition. Le projet DNEPR Tempus² est un projet de formation continue à destination de gestionnaires de l'eau dans le bassin du Dniepr et couvre donc la Russie, la Biélorussie et l'Ukraine. Ce projet est né de la rencontre entre un besoin local de formation continue innovante et de la politique de l'Union Européenne qui, comme de nombreux bailleurs de fonds internationaux, a mis la gestion des fleuves transfrontaliers dans ses priorités. Depuis l'effondrement de l'Union Soviétique, les universités traditionnellement chargées de la formation continue des gestionnaires de la ressource en eau du bassin du Dniepr n'ont plus de stagiaires en formation faute de financement et de mobilité de ces professionnels. Convaincues néanmoins que l'amélioration de la gestion de ce fleuve très pollué passe par une meilleure sensibilisation des gestionnaires et par leur formation, elles recherchent des fonds pour promouvoir leur action auprès des bailleurs de fonds locaux et pour développer des outils de formation à distance permettant d'offrir au moins une partie de la formation sans déplacement.

L'Union Européenne finance ce type d'opération à condition que les contenus pédagogiques évoluent pour une meilleure prise en compte des aspects transfrontaliers de la gestion de l'eau.

Le projet DNEPR a donc été conçu pour répondre à ces deux objectifs. Il semblait possible au départ de transposer sur le Dniepr des expériences menées en formation initiales sur un autre cours d'eau transfrontalier, l'Escaut (Ploeg et Verhallen, 2002 ;Bouleau, 2000 ;2002). Les échanges au cours du projet ont montré que les recommandations classiques de la gestion transfrontalière n'étaient pas toutes pertinentes sur le Dniepr. En reprenant historiquement l'argumentation développée pour promouvoir ces principes, nous montrerons quels présupposés ne s'appliquent pas sur le Dniepr.

Justification scientifique de gestion par bassin versant

La gestion transfrontalière des cours d'eau cherche à prendre en compte les interactions hydrauliques et écologiques au sein d'un bassin en s'affranchissant des limites administratives. En revenant aux principes physiques et naturels qui ont donné lieu aux recommandations de gestion par bassin, nous cherchons à montrer que sur le Dniepr il y a lieu d'adapter les priorités en évitant d'être dogmatique.

La notion de bassin hydrographique n'a pas toujours été acceptée politiquement

La notion de bassin hydrographique est ancienne. On sait par exemple que le sultan Mehmed II prit des mesures de conservation des bassins versants en 1453 après la prise de Constantinople, interdisant la coupe des arbres et le surpâturage dans le bassin de la rivière alimentant la ville. Les sociétés grecques et japonaises utilisaient également cette notion (Lévêque, 2001). On ne sait pas si dans l'antiquité cette notion suscitait déjà des débats politiques. Mais à la révolution française, les réclamations envoyées au Comité de Constitution des départements montrent que la prise en compte des obstacles naturels pour le découpage ne s'est pas faite sans discussion. La notion de bassin versant correspondait à un objet qui était familier aux ingénieurs de la navigation et aux hydrauliciens en général. Néanmoins la théorie de Buache de Neuville¹ qui consistait à adopter les limites des bassins comme limites administratives rencontra des oppositions de la part d'habitants pour qui les territoires vécus ne correspondaient pas à ce territoire fonctionnel. Buache défendit sa position en disant que ces limites avaient le mérite d'être *objectives*, c'est à dire correspondant à une réalité physique et non politique. Mais l'*objectivité* que revendiquait Buache fut remise en cause par d'autres disciplines comme la géologie qui avait des arguments également *objectifs* pour découper autrement – suivant des limites géologiques (Ozouf-Marignier, 2001). Si de nombreux départements français ont finalement pour limites une ligne de partage des eaux, c'est notamment parce que les politiques qui ont pensé la décentralisation au moment de la révolution française étaient proches du milieu des ingénieurs hydrauliciens (Ozouf-Marignier, 2001). Dans les pays où les découpages administratifs ne correspondent pas du tout aux bassins versants, il est probable que la gestion par bassin rencontre des hostilités de la part des politiques qui agissent sur des territoires différents. Ainsi la gestion par bassin peut sembler une évidence dans certains pays et revêtir un caractère révolutionnaire dans d'autres.

L'unité écologique fluviale trouve un nouvel écho dans les années 1980-90

Avec l'écologie, la notion de bassin versant connaît un regain d'intérêt au XX^{ème} siècle. Christian Lévêque (2001) fait remonter la notion d'écosystème à Thieneman, un limnologue allemand qui a jeté les bases d'une typologie des lacs en 1925, suivi dix ans après par Tansley qui recommande d'étudier les organismes vivants à l'échelle d'un « *système écologique comprenant*

¹ A partir de 1737, Philippe Buache géographe du roi et cartographe français posa les bases d'une lecture systématique du territoire fondée sur une charpente de montagne encadrant les bassins fluviaux. Son neveu et disciple Jean-Nicolas dit Buache de la Neuville diffusa et vulgarisa cette notion (Ozouf-Marignier, 2001)

l'ensemble des organismes vivants et l'ensemble des facteurs physiques du milieu, autrement dit écosystème ». Les développements en écologie fluviale prennent leur essor dans les années 1980, notamment grâce à des financements internationaux². Les recherches sur les communautés d'êtres vivants dans les rivières et les déterminismes physiques qui les contrôlent ont montré l'importance de la prise en compte globale des rivières dans leur bassin versant pour respecter le continuum fluvial amont-aval (Vannote et al., 1980), latéral et vertical (Amoros et Petts, 1993) et les déterminismes imposés par des échelles de temps et d'espace emboîtées qui structurent la mosaïque dynamique des habitats remaniés par les crues (Naiman et al., 1988). Il est généralement accepté que seule la prise en compte de tout un bassin versant permet d'asseoir une gestion environnementale de l'hydrosystème. De là viennent les recommandations de gestion transfrontalière des fleuves qui traversent plusieurs Etats.

Le Dniepr : un fleuve transfrontalier ?

L'adjectif transfrontalier est récent

L'intérêt particulier que rencontre l'adjectif « transfrontalier » appliqué aux grands fleuves dans les conférences et les programmes internationaux est récent. Avant d'être transfrontaliers, les fleuves ont été frontaliers. L'étude des traités internationaux montre en effet que pendant longtemps (du IX^{ème} au XX^{ème} siècle) l'eau a servi à délimiter les frontières (Oliver, 1998 ; Sironneau, 1998). Si dans les zones de montagnes, on a souvent utilisé les lignes de crête comme limite administrative, les fleuves de plaine ont servi de frontières constituant à la fois une barrière naturelle et une ressource potentielle à partager. Le cas de la frontière luso-espagnole est particulièrement significatif car au lieu de traverser tous les cours d'eau par une ligne nord-sud, la frontière définie par les conventions de 1864 et 1926 suit très fréquemment la ligne des cours d'eau est-ouest. Sur les 1000 km de frontière ainsi tracée, 653 km longent un cours d'eau, permettant aux deux pays d'être riverains l'un de l'autre et non plus dans une relation d'amont et d'aval (Gendrot, 2001).

Le passage du rôle de frontière à celui de voie de libre échange est tardif. L'essor de la navigation au XIX^{ème} siècle a contribué à internationaliser certains fleuves frontaliers, notamment en Europe (Vlachos, 1994). Le Pô, le Danube, l'Oder, l'Elbe et le Rhin, par exemple, ont ainsi acquis un statut équivalent aux eaux marines internationales, autorisant la navigation d'embarcation de nationalités diverses (Silva et Silva, 1995). Tandis que sur d'autres cours d'eau, comme l'Escaut, des blocus discontinus et des péages ont longtemps pénalisé la circulation marchande (Meijerink, 1998).

² le programme UNESCO « man and biosphere » démarre en 1974

Avec la diversification des usages de l'eau au XX^{ème} siècle (en particulier pour l'industrie), les conflits de part et d'autres des frontières se sont multipliés. La jurisprudence internationale a progressivement limité la souveraineté nationale. Vlachos (1994) décrit plusieurs concepts qui se sont successivement remplacés dans la jurisprudence internationale :

- l'absolue souveraineté territoriale³ où chaque pays riverain fait ce qu'il veut de l'eau ;
- l'absolue intégrité territoriale où la liberté amont doit s'exercer sans modifier le flux aval ;
- la souveraineté territoriale limitée et le principe d'utilisation équitable qui assurent une part raisonnable de l'eau à l'aval ;
- la doctrine de la communauté des états riverains où la gestion intégrée transcende les frontières ;

Le terme « fleuve transfrontalier » s'est imposé tardivement pour accompagner cette dernière doctrine juridique. Il met l'accent sur la responsabilité des pays amont dans les impacts subis à l'aval et prône une approche concertée à l'échelle du bassin.

Le Dniepr n'est transfrontalier que depuis 1991 et l'opposition amont-aval n'est pas toujours pertinente

Le bassin du Dniepr prend sa source en Fédération de Russie, reçoit en Biélorussie les eaux de la Bérézina et du Pripiat puis s'écoule à travers l'Ukraine jusque dans la Mer Noire (voir figure 1). Le bassin du Dniepr est un des plus grands bassins européens (511 000 km², 2 200 km de long, 43 km³/an de débit total à Kiev). En suivant la grille de lecture proposée par Vlachos (1994), voyons dans un premier temps les facteurs qui ont pu faire évoluer la souveraineté des pays riverains et notamment la nature des relations amont-aval au cours de l'histoire.

La gestion de l'eau par les pays riverains du Dniepr avait une histoire commune dans l'Union Soviétique. Il en résulte aujourd'hui un patrimoine commun, institutionnel et légal, qui peut faciliter la gestion des bassins transfrontaliers (Volodin, 2002). Les usages de l'eau (grands projets, industries) étant planifiés à l'échelle de l'URSS, la question de la souveraineté territoriale était réglée par les accords entre républiques soviétiques. Les impacts des infrastructures hydrauliques du Dniepr n'ont pas engendré de tensions entre républiques amont et république aval. La Russie (à l'est) et Biélorussie (à l'ouest) ne possèdent que peu de retenues par rapport au débit du fleuve (capacité d'un milliard de mètres cubes sur les 32 milliards de mètres cubes qui parviennent à l'embouchure par an). L'économie de transition qui caractérise ces pays aujourd'hui ne

permet pas d'envisager de nouveaux grands ouvrages. L'amont influence peu la gestion quantitative du fleuve. L'appropriation de la ressource s'est plutôt faite par le pays aval contrairement au schéma classique des relations amont-aval. L'Ukraine possède six retenues hydroélectriques gigantesques totalisant 46 milliards de mètres cubes.

Par ailleurs, l'Ukraine consomme près de 9 milliards de mètres cubes par an (80% de la consommation du bassin, 20% du débit du Dniepr à Kiev) dont 3 milliards de mètres cubes pour alimenter des zones hors-bassin (UNDP-GEF, 2003). Cette inversion du schéma classique est due à une spécificité de ce fleuve qui possède des chutes et des canyons dans sa partie aval.

La souveraineté nationale sur la gestion de l'eau telle que l'évoque Vlachos (1994) peut être remise en cause pour mieux prendre en compte les questions de qualité de l'eau lorsque les pays aval subissent une pollution amont. Le Dniepr est très pollué aussi bien à l'amont qu'à l'aval par des industries lourdes et agro-alimentaires peu performantes et les usages potables en Ukraine ne peuvent incriminer spécifiquement l'amont biélorusse. Un enjeu important dans le bassin est la pollution radioactive provoquée par l'accident de Tchernobyl. Tchernobyl est situé en Ukraine à la frontière biélorusse à la confluence du Pripiat au niveau de la première grande retenue hydroélectrique du Dniepr. La plupart des radionucléides peu solubles dans l'eau ont été adsorbés sur les sédiments et les sols. L'accident a durablement contaminé des terrains à l'amont et à l'aval. Les surfaces de territoire contaminées sont de 42 milliers de km² en Biélorussie, 55 milliers de km² en Ukraine et 17 milliers de km² en Russie (UNDP-GEF, 2003). Des pièges sédimentaires mis en place dans les retenues ont été assez efficaces. Cette pollution n'a donc qu'un faible caractère amont-aval.

Ainsi les questions qui ont remis en cause la souveraineté des pays amont dans la gestion de la plupart des fleuves internationaux ne se sont pas posées dans le bassin du Dniepr où les capacités de stockage sont à l'aval et où les pollutions présentent un caractère important tant à l'amont qu'à l'aval.

³ ou doctrine de Harmon évoquée lors du conflit entre les Etats Unis et le Mexique sur le Rio Grande (Roux, 1998)

Réservoirs	Surface	Volume maximum	Volume utile	Pertes par évaporation
Kiev	922 km ²	3.73 km ³	1.17 km ³	0.23 km ³ / an
Kanev	581 km ²	2.48 km ³	0.28 km ³	0.20 km ³ / an
Kremenchug	2250 km ²	13.52 km ³	8.97 km ³	0.81 km ³ / an
Dniprodzerzhinsk	567 km ²	2.46 km ³	0.53 km ³	0.31 km ³ / an
Dniprovsky	410 km ²	3.32 km ³	0.85 km ³	0.27 km ³ / an
Kakhovka	2150 km ²	18.18 km ³	6.78 km ³	1.70 km ³ / an

Tableau 1 : Les grandes retenues hydroélectriques sur le Dniepr (Guilmette et al., 1998)

	Total	Biélorusse	Russe	Ukrainien
Population (million hab.)	32.1	6.3	3.6	22.2
Part de la population totale du pays		62 %	3 %	45 %
Densité (hab. / km ²)	63	53	35.6	76

Tableau 2. Population du bassin versant du Dniepr (UNDP-GEF, 2003)

Quels arguments en faveur d'une commission internationale du bassin du Dniepr ?

La transition du terme « fleuve international » vers le terme « fleuve transfrontalier » date de la décennie de l'eau décrétée par les Nations Unies de 1980 à 1990 et prend de l'ampleur après le sommet de Rio. Pendant cette période les organisations supranationales (ONU, OCDE, Union Européenne, ...) développent leurs politiques environnementales et trouvent dans le concept de fleuve transfrontalier une légitimité de leur intervention. Elles reprennent à leur compte l'argumentation de plusieurs pays situés en aval des fleuves qui subissent les politiques hydrauliques de leurs voisins amont (mauvaise qualité, détournement de débit, accélération de l'évacuation des crues, ...) et qui souhaitent dépasser le cadre bilatéral de résolution des conflits qui leur est défavorable. L'engouement international¹ pour le terme « transfrontalier » qui est porteur d'une vision politique de la gestion environnementale et qui s'impose peu à peu à tous les projets sollicitant des fonds internationaux est à rapprocher du succès remporté par le terme « gestion intégrée du littoral » à la même époque. Ces concepts sont très pertinents pour épingler les erreurs de la gestion sectorielle ou territoriale, mais il ne suffit pas de les invoquer pour y remédier (Billé,

2001). Le détour par l'analyse cas par cas des défaillances et des risques locaux est nécessaire pour vérifier leur applicabilité (Billé et Mermet, 2002). La gestion transfrontalière cherche à corriger les erreurs de gestion de l'eau induites par les conflits. En 1993, Mikhaïl Gorbatchev crée la « Green Cross International » une association qui a pour but la prévention des conflits liés à l'eau (Green Cross International, 2000). Le nouveau paradigme d'action internationale dans le domaine de l'eau devient la prévention des conflits.

Prévenir les conflits armés ?

On peut noter deux courants d'analyse politique qui s'alimentent mutuellement et qui concourent à mettre en avant la gestion transfrontalière des fleuves dans les priorités internationales. Le premier vise autant le grand public que les intellectuels et s'attache à montrer que l'eau, facteur de développement, est également facteur de tensions internationales qui peuvent engendrer des conflits armés : "water wars" (Starr, 1991). Le partage de la ressource en eau sur l'Indus et le Jourdain (Bulloch et Darwish, 1993) sont des exemples très médiatisés, mais les analystes politiques qui ont développé le concept de guerre de l'eau ont également soulevé les risques latents des situations du Moyen Orient (Starr, 1991). L'histoire est tristement riche de batailles initiées pour contrôler la ressource en eau ou qui ont utilisé l'eau comme arme de guerre (Gleick, 1993). Repris par les médias, le concept de guerre de l'eau est devenu « hégémonique » pendant les années 90 (Trottier, 2003).

¹ La convention d'Helsinki sur la protection des cours d'eau et des lacs internationaux est proposée en 1992 sous l'égide de la Commission Economique pour l'Europe des Nations Unies (UNECE) et reprise en 1997 par les Nations Unies (Convention pour le droit relatif aux utilisations des cours d'eau internationaux à des fins autres que la navigation).



Figure 1 : Carte du bassin du Dniepr (Complétée d'après UNDP-GEF, 2003).

Un contre courant s'est alors développé chez les intellectuels tendant à minimiser les risques de conflits liés à l'eau entre pays voisins. Les conflits entre nations pour le partage d'une ressource ou la restauration de sa qualité (pollution amont) seraient aisément surmontables et souvent évités via des dédommagements négociés (Wolf, 1998). Dans beaucoup de situations le prix d'un conflit armé dépasserait aujourd'hui celui qu'un pays serait prêt à payer pour de l'eau. En revanche, à

l'intérieur d'un même pays les changements de règles de distribution et d'allocation d'eau entre usage (construction de grandes infrastructures, tarification incitative, abandon d'un usage peu rentable) qui sont autant de réponses politiques à des situations où la demande dépasse l'offre, marginalisent des minorités qui peuvent recourir aux actions violentes (Ohlsson, 1999).

	Fédération Russie	de Biélorussie	Ukraine
Consommation agricole	0.11	0.09	1.32
Consommation domestique	0.20	0.30	1.96
Consommation industrielle (dont le refroidissement des centrales nucléaires)	0.40	0.46	5.14
Autres (dont piscicultures)	0.01	0.19	0.45
TOTAL	0.73	1.04	8.87
Débit du Dniepr en aval du pays en année sèche (1 année sur 20)	10.7	10.7	31.1

Tableau 3 : Consommation d'eau sur le bassin du Dniepr par pays et par usage (en km³/an aux compteurs) (UNDP-GEF, 2003). La quantité d'eau n'est pas considérée comme limitante.

On ne peut exclure que l'évolution des usages de l'eau sur le bassin du Dniepr ne remette en cause le partage de la ressource tel qu'il existe entre l'agriculture, l'industrie (dont le refroidissement des centrales nucléaires) et les usages domestiques (respectivement 15%, 60% et 20% en Ukraine, voir tableau 3). Mais les problèmes du bassin sont beaucoup plus des problèmes de qualité d'eau que de pénurie d'eau. De plus, Ohlsson (1999) évoque des risques sociaux pour des cas où les pénuries d'eau remettent en cause des usages agricoles utilisateurs de main d'œuvre à qui il faut pouvoir offrir d'autres emplois. Dans le bassin du Dniepr, le premier secteur consommateur d'eau (en quantité et en qualité) est l'industrie, il n'y a donc pas un enjeu d'industrialisation de pays agricoles, mais plutôt de modernisation d'un tissu industriel existant. La question du risque social de cette modernisation est peu abordée par la littérature sur la gestion de l'eau.

Dépasser les rivalités économiques et culturelles ?

Le concept de fleuve transfrontalier a été défendu au-delà des zones où l'on craignait des conflits armés. Sur tous les fleuves internationaux où les différences d'organisation administrative, les différences culturelles et la concurrence économique entre pays peut nuire à une gestion coordonnée, l'approche transfrontalière s'impose. Les différences culturelles entre nations peuvent envenimer les divergences et ralentir les solutions négociées. Sur l'Escaut, Meijerink montre que la Belgique s'est régulièrement opposée aux Pays-Bas. Ces blocages s'expliquent d'après lui par des schémas de pensées différents et des différences entre cultures latine et nordique (1998, p. 69-70). En mettant l'accent sur les conflits et leurs racines culturelles, les promoteurs de la gestion transfrontalière discréditent l'échelon national et régional au profit d'organisations qui joueraient le rôle d'intermédiaire neutre (Meijerink, 1998, p. 261). Ce rôle pourrait être celui d'un pays tiers. De fait, ce sont souvent les organisations internationales qui ont endossé cette responsabilité. Face à cette prise de pouvoir des organisations internationales, les élus nationaux, y compris ceux des pays amont, réagissent peu.

Au sein de l'Union Européenne ceci a été expliqué par le fait que les Etats sont pris dans un réseau d'imbrications économiques, sociales et politiques, qui rendent les négociations subtiles pour faire accepter les réglementations au niveau national. Chaque Etat est handicapé par une connaissance insuffisante des intentions des pays voisins et par des coûts de transaction de coordination politique trop élevés. Les différents pays n'ont qu'une confiance limitée dans l'application des règlements et deviennent ainsi les premiers demandeurs de régulation internationale (Majone, 1996, p. 62). Ainsi, l'existence des cours d'eau transfrontaliers renforce la raison d'être de la politique de l'eau communautaire. La Commission Européenne qui voit s'achever une période d'activité régulatrice relative aux pollutions industrielles initiées dans les années 70, trouve dans la problématique transfrontalière un nouveau souffle. La pollution du Rhin suite à l'incendie de l'usine Sandoz en Suisse en 1986 crée un front uni d'indignation parmi les Etats Membres, favorable à une politique environnementale commune. Au delà du Rhin¹, les ministres européens réunis à Francfort en 1988 déclarent la nécessité d'une législation communautaire sur la qualité écologique. Cet élan donnera lieu aux réglementations sur les flux de pollution d'origine domestique (directive nitrates, directives sur les eaux résiduaires urbaines) et esquissera les premiers textes qui donneront lieu à la directive cadre sur l'eau adoptée en 2000. Ainsi la prise de pouvoir des organismes internationaux, à l'occasion d'événements tels que Sandoz, a été une « stratégie »² efficace. Elle a permis ensuite une argumentation en faveur du financement de la recherche en hydrobiologie qui a été féconde et qui est venue conforter en retour l'approche par bassin (comme on l'a vu précédemment).

¹ le Rhin à cette époque dispose déjà du Traité de La Haye de 1963 prévoyant des mesures en cas de pollutions salines issues des mines de potasse françaises et de la Convention de Bonn de 1976 instituant la commission internationale pour la protection du Rhin contre les pollutions.

² au sens de Crozier et Friedberg (1977), c'est à dire une stratégie telle qu'on peut la reconstruire ex-post, ni forcément voulue ni consciente par les acteurs

Au sein de la Communauté des Etats Indépendants (CEI), l'intervention d'organismes internationaux venant prôner une approche transfrontalière n'éveille pas d'hostilités chez les scientifiques. La plupart de ces interventions sont accompagnées de programmes de financement d'études, d'équipements technologiques et d'animation de la vie scientifique³. L'exigence de coopération entre nations riveraines correspond à une tradition. Ces nouveaux Etats indépendants (depuis 1991) sont solidaires sur bien des points. La majorité des Ukrainiens comprennent le Russe. L'immigration Russe représente un septième de la population Biélorusse. Le Russe est la langue officielle en Biélorussie, premier Etat à se prononcer pour l'Union de la CEI, dont le siège est à Minsk. Les normes utilisées pour l'environnement sont les mêmes dans les trois pays. Il y a de nombreux atouts pour bâtir un système commun de gestion de l'eau. Les universitaires sont assez favorables à l'idée d'une commission internationale. Les gestionnaires sont plus méfiants. Dans chaque pays, l'information sur les industries (consommation d'eau, effluents, risques) est jugée stratégique avec la libéralisation. Dans la mesure où ces informations ne sont pas transmises aux autorités nationales actuelles (contrôles des usages et redevances pollution souvent inappliqués, dérogations largement admises), on est en droit de se demander si la mise en place d'une autorité transfrontalière neutre permettrait d'y suppléer en atténuant les rivalités économiques naissantes ou au contraire ruinerait les efforts des contrôles nationaux sur les usages (largement insuffisants aujourd'hui) en laissant penser aux industriels nationaux que cette transparence pourrait les pénaliser dans la concurrence internationale. Sans cautionner une course à la pollution transfrontalière, il faut peut-être se contenter d'une surveillance aux frontières⁴ pour suivre toute dégradation éventuelle sans viser dès à présent la transparence totale de chaque pays sur ses activités dans le bassin. Ceci permettrait en particulier une gestion par objectifs pour chaque pays.

D'autres enjeux sur le Dniepr

Les conflits majeurs concernant le Dniepr sont en dehors du bassin

Les rivalités qui ont existé dans le bassin au cours de l'histoire ne correspondent pas aux cas d'école des rivalités amont-aval. La

³ le programme DNEPR prévoit ainsi 20% de son budget pour équiper les universités locales

⁴ La surveillance aux frontières est un point fort des recommandations développées par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement à développé des grilles d'analyse de bassin transfrontaliers à travers l'appellation « GIWA : Global International Water Assessment » (PNUE, 2001) et des « guidelines » pour la surveillance des cours d'eau transfrontaliers financées par la Commission Economique pour l'Europe des Nations Unies (Adriaanse, Timmerman et al., 1996).

première concerne l'appropriation de la voie d'eau que constitue le Dniepr. La navigation s'est développée depuis l'antiquité, à partir de la Mer Noire en remontant le Dniepr et son affluent Biélorusse le Pripiat, puis via le Boug et le canal de la Berezina vers la Pologne et la Mer Baltique. La partie occidentale du bassin a connu des périodes alternativement sous domination polonaise et russe pour la mainmise sur la voie d'eau et les villes dont elle assurait la prospérité (notamment Kiev). Ces conflits n'ont jamais opposé l'amont biélorusse à l'aval ukrainien. Depuis la seconde guerre mondiale le Dniepr (partie ukrainienne) est au gabarit européen (3000t) et le Pripiat n'est navigable qu'en aval de Brest (ville Biélorusse proche de la frontière polonaise). Ceci contribue à isoler la Biélorussie de la Pologne (voie d'eau interrompue) et à ouvrir la Biélorussie sur l'Ukraine. La solidarité amont-aval n'est pas affectée.

La deuxième rivalité du bassin concerne la Crimée. Terre de nombreux conflits, la Crimée a été le siège de batailles, de déportations des populations locales, d'immigration russe massive et de revendications tantôt turques tantôt russes. Comme nous le verrons par la suite, l'influence de la dépendance hydraulique sur la souveraineté nationale en Crimée est forte. Cependant ce n'est pas au nom des principes de la gestion transfrontalière des fleuves que l'on peut évoquer la situation de la Crimée, car celle-ci est géographiquement et hydrologiquement parlant hors du bassin.

Les limites de l'approche par bassin versant pour le Dniepr

La Crimée, péninsule de la mer Noire rattachée à l'Ukraine par une étroite bande de terre n'apparaît pas sur les cartes des programmes internationaux qui financent la gestion transfrontalière (UNDP-GEF, 2003). En effet, géographiquement parlant la Crimée n'appartient pas au bassin hydrographique du Dniepr. Cependant 90% des ressources en eau de la péninsule viennent du Canal Dniepr-Crimée qui détourne du fleuve 2 milliards de mètres cubes par an. La Crimée dépend également du continent pour son alimentation en énergie. Une vision étroite de la notion de bassin hydrographique excluant la Crimée serait une source de conflit comparable à ceux que cette approche cherche à éviter. En effet, la Crimée réunit de nombreuses conditions évoquées plus haut comme risques d'instabilité.

Au niveau international, la Crimée a une position militaire stratégique en mer Noire. Le port de Sébastopol abrite à la fois la principale base navale ukrainienne en mer Noire et une flotte russe héritée de l'ex-URSS. Les rivalités russes et ukrainiennes sur le territoire autonome sont vives.

Etat Tatar jusqu'en 1783, la Crimée fut conquise par Catherine II et annexée à la république de Russie. Elle fut rattachée en 1954 à l'Ukraine par Nikita Khrouchtchev. Peu après l'indépendance, un mouvement sécessionniste dirigé par des Russes se forma en Crimée. La Crimée proclama même son indépendance, mais celle-ci fut finalement abrogée en mai 1992. Puis, le même mois,

le Parlement de la fédération de Russie déclara nul et caduc le transfert de 1954 qui rattachait la Crimée à l'Ukraine. Les Russes se ravisèrent et finirent par reconnaître la Crimée comme faisant partie de l'Ukraine.

Au niveau local, la minorité tatare vit dans une situation précaire et suivant les analyses évoquées plus haut (Ohlsson, 1999) pourrait être la première affectée en cas de changement de politique de l'eau, notamment de la tarification de l'eau du canal (recouvrement des frais d'exploitation). En 1944, toute la population des Tatars de Crimée (environ 200 000 personnes) a été déportée vers l'Ouzbékistan et d'autres républiques de l'Asie centrale pour collaboration présumée avec les Nazis pendant la Deuxième Guerre mondiale. Innocentés par un décret soviétique de 1967, les Tatars de Crimée n'ont été autorisés à retourner dans leur pays qu'en 1991. Au cours des dix dernières années, environ 260 000 Tatars sont retournés en Crimée. Ils souffrent néanmoins de discrimination et vivent dans des ghettos (généralement des abris de fortune sans eau ni électricité) avec des accès difficiles à l'emploi (60% de chômage), sans instruction, ni sécurité sociale.

Les efforts qu'il reste à faire à l'échelon national sur le Dniepr

La gestion du Dniepr à l'intérieur de chaque pays doit continuer à être améliorée en particulier sur les domaines de la police des eaux et des redevances. De plus, dans leur grande majorité, les lois environnementales existantes ne sont pas mises en application faute de jurisprudence ou de textes d'applications. Néanmoins la rapidité de la transition laisse une grande place aux initiatives locales et aux expériences pilotes qui au vu de leurs résultats peuvent être généralisées puis adoptées dans la législation. Ce mécanisme a déjà fait ses preuves dans le passé tant pour la législation que pour les textes d'application (TACIS, 2002).

Il y a un effort important à faire pour convaincre les gestionnaires que cette meilleure maîtrise des usages ne nuit pas à la transition économique mais qu'elle préserve les conditions d'un développement durable. L'aiguillon environnementaliste ne viendra pas de la société civile qui a de grandes attentes vis à vis de la réduction du chômage et peu conscience de l'importance des enjeux environnementaux. Les procédures de débats ou d'enquêtes à l'occasion de projets induisant des risques n'existent pas. La gestion de l'eau répond encore davantage à une logique de projets qu'à une logique d'objectifs.

Ces trois insuffisances sont autant de défis à relever : susciter l'expérimentation réglementaire, inciter les gestionnaires à un développement plus durable, sensibiliser la population à l'environnement. La formation continue, qui fait partie des recommandations classiques mais qui est souvent considérée comme non prioritaire, prend ici tout son sens.

Conclusion

Le nombre important de cours d'eau internationaux dont la ressource est accaparée par les pays amont au détriment de pays aval (qui subissent en outre la pollution amont) a favorisé une prise de conscience internationale dans les années 1980 en faveur d'une gestion plus équilibrée de ces fleuves. Les travaux menés sur les ressources en eau transfrontalières ont été développés dans deux directions. Les premiers travaux visent à définir les conditions de sécurité internationale pour les pays qui partagent une ressource en eau en analysant les sources intérieures et extérieures de conflits potentiels. L'autre axe de recherche a une portée normative pour définir les conditions d'une bonne gestion de la ressource partagée (limites du système à prendre en compte, implantation des réseaux de mesure, ...). Sans remettre en cause les apports de ces approches pour la majorité des cours d'eau transfrontaliers, il peut exister des fleuves aux caractéristiques originales qui font qu'une application un peu dogmatique de ces principes serait peu pertinente. Sur le Dniepr, les pays riverains sont solidaires par bien des aspects (passé commun, langue commune ou proche, pollution radioactive, normes communes, ...). L'effort pour parvenir à une gestion intégrée du cours d'eau repose plus sur une formation des gestionnaires au développement durable (prise en compte de l'environnement, équité sociale, développement économique dématérialisé) que sur la mise en exergue du caractère international du fleuve. Il est probable que la première étape de cette formation est de donner envie aux gestionnaires de se former, de bâtir des programmes attractifs probablement en mettant en avant des pratiques plus efficaces et des technologies modernes et plus propres.

Biographie des auteurs

Gabrielle Bouleau est ingénieur du Génie Rural, des Eaux et des Forêts. Ses recherches portent sur l'utilisation de la prospective pour la gestion durable des fleuves. Elle participe au projet DNEPR Tempus⁵ de formation continue sur le Dniepr financé par l'Union Européenne.

Pierre Lorillou est ingénieur du Génie Rural, des Eaux et des Forêts et licencié d'économie. Spécialisé dans les problématiques de gestion des ressources en eau, il a travaillé comme expert sur de nombreux projets dans les ex-pays de l'URSS, dont la Russie et l'Ukraine.

Bibliographie

Adriaanse, M., J. G. Timmerman, J.J.Ottens, M.C.M. van Oirschot, R.M.A. Breukel, C. van de Guchte, W.H. Mulder (1996). Guidelines on water-quality

⁵ Developing Network of Educators for Professionals Retraining on Transboundary Water Resources Management, programme de mise en réseau des enseignants de formation continue en gestion des ressources en eau transfrontalières sur le bassin versant du Dniepr.

- Monitoring and Assessment of Transboundary Rivers. Lelystad, United Nations - Economic Commission for Europe Task Force on monitoring and assessment, 50 p.
- Amoros, C. et G. E. Petts (1993). Hydrosystèmes fluviaux. Paris, Masson.
- Billé, R. (2001) How necessary are ICM-labelled organisational tools in addressing integration issues ? Case study on the Bay of Brest and its catchment area (France). "People and the sea : maritime research in the social sciences", Amsterdam, Netherlands Institute for the Social Sciences.
- Billé, R. and L. Mermet (2002). "Sectoralization of an integrated coastal management program : a case study in Madagascar." *Journal of environmental planning and management. Policy and practice* 45(6): 913-926.
- Bouleau, G. (2000). Proposition de vision à long terme pour la gestion internationale de l'Escaut. Montpellier, Agence de l'eau Artois-Picardie, 42 p.
- Bouleau, G. (2002). Mise en oeuvre de la directive cadre 2000/60/EC - Définition d'une méthodologie pour la prospective en gestion concertée dans le cas de fleuves transfrontaliers - le cas de l'Escaut. Paris-Montpellier, ENGREF-Ministère de l'écologie et du développement durable, 70 p.
- Bulloch, J. et A. Darwish (1993). *Water wars*. London, Gollancz.
- Crozier, M. et E. Friedberg (1977). *L'acteur et le système*. Paris, Seuil.
- Gleick, P. H. (1993). "Water and Conflict: Fresh Water Resources and International Security." *International Security* 18, pp. -112.
- Gendrot, C. (2001). L'évolution des conventions Luso-Espagnoles. journée d'étude géopolitique de l'eau de l'EHESS, MSH Paris, revue TRAMES, publiée par le Sceren - CRDP de Haute Normandie et l'IUFM de Rouen.
- Guilmette, J.H., O.G. Vasenko, W.L. Lockhart, C.G. Muir, P. Wilkinson, IDRC, Office for Central and Eastern Europe Initiatives (1998) Environmental situation in the Lower Dnipro River Basin, *Water quality research journal of Canada*, v. 33, no. 4, part 1.
- Green Cross International (2000). *Water for Peace in the Middle East and Southern Africa*. Genève: p.1-74.
- Lévêque, C. (2001). Origine et évolution du concept d'écosystème. *Ecologie de l'écosystème à la biosphère*. Paris, Dunod: 16-38.
- Majone, G. (1996). *La communauté européenne : un état régulateur*. Paris, Montchrestien.
- Meijerink, s. V. (1998). *Conflict and cooperation on the Scheldt River Basin*. Delft, TU-Delft, 373p.
- Naiman, R. J., L.L. Holland, H. Décamps, P.G. Risser (1988). "A new UNESCO program : research and management of land/inland water ecotone." *Biology international* (special issue 17), pp.107-136.
- Ohlsson, L. (1999). *water conflicts and social Resource Scarcity*. 24th General Assembly European Geophysical Society, The Hague, the Netherlands.
- Oliver, J.-L. (1998). *Des eaux internationales*, Académie de l'eau, 6p.
- Ozouf-Marignier, M.-V. (2001). Bassins hydrographiques et divisions administratives en France (XIX-XXe siècles). journée d'étude géopolitique de l'eau de l'EHESS, MSH Paris, revue TRAMES, publiée par le Sceren / CRDP de Haute Normandie et l'IUFM de Rouen.
- Ploeg, T. R.-v. d. et A. Verhallen (2002). *Envisioning the future of transboundary river basins with case-studies from the Scheldt river basin*. TU Delft-Wageningen University, 73p.
- PNUE Programme des Nations Unies pour l'Environnement (2001). *Evaluation Globale des Eaux Internationales. Méthodologie GIWA. Etape 1: Echelle Géographique et Evaluation - Guide à la Méthodologie et son Utilisation*, PNUE.
- PNUD- GEF (2003). *Transboundary diagnostic analysis for the Dnipro river Basin*, - Dnipro basin environment programme.
- Roux, M. (1998). *Réflexion sur la gestion des eaux partagées*. Assemblée générale du RIOB, San Salvador De Bahia (BRAZIL)
- Silva, J. E. d. et M. C. d. Silva (1995). *Transboundary issues in water resources*, Eurowater, 49 p.
- Sironneau, J. (1998). *La guerre de l'eau aura-t-elle lieu ? Menaces et enjeux de l'"hydropolitique"*. L'eau en question. Enjeu de XXIe siècle. J. Margat et J. R. Tiercelin. Paris, Editions Romillat, pp. 245-295.
- Starr, J. R. (1991). "Water Wars." *Foreign Policy*(82), pp. 17-36.
- TACIS (2002). *Water Management in Russia : Technical Assistance to the Ministry of Natural Resources*. Final Report. 59 pages.
- Trottier, J. (2003). *Water wars: the rise of a hegemonic concept - Exploring the making of the water war and water peace belief within the Israeli-Palestinian Conflict*. From Potential Conflict to Co-operation Potential (PCCP): Water for Peace, UNESCO's International Hydrological Programme to the World Water Assessment Programme. UNESCO.
- UNDP – GEF (2003). *Transboundary Diagnosis Analysis for the Dnipro River Basin*. Dnipro Basin Environment Programme.
- Vannote, R. L., G. W. Minshall, K.W. Cummins, J.R. Sedell, C.E. Cushing (1980). "The river continuum concept." *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37, pp. 130-137.
- Vlachos, E. (1994). *Transboundary water conflicts and alternative Dispute Resolution*. VIII International Water Resources Association Congress, Cairo.
- Volodin I. (2002). *Environmental Legislation of Russia, Ukraine and Byelorussia compared with the principles of EU environmental law with the focus on water legislation*. 24p.
- Wolf, A. T. (1998). "conflict and cooperation along international waterways." *Water Policy* vol.1 (2).

IMPACTS DU BARRAGE DES TROIS GORGES SUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE DE LA CHINE

Par Philippe Savoie, Détenteur d'un diplôme universitaire en Spécialisation Géographie de l'Université de Moncton, Canada, Courriel : eps7810@UMoncton.CA

Résumé : L'eau douce, ressource que nous pensions inépuisable, est rare et souvent difficile à prélever. Selon les plus récentes données, moins de 1 % de toute l'eau douce sur la planète est facilement accessible à l'être humain. Mais cette faible proportion pourrait suffire si la répartition géographique de cette ressource était mieux équilibrée sur la planète. Actuellement, 1,2 milliard d'habitants, soit un sur cinq, n'a pas accès à cette eau douce si vitale. Le manque d'eau est également lié à la croissance démographique et à la pollution. Cette réalité est particulièrement vraie dans le cas de la République populaire de Chine. Avec une population de plus d'un milliard et une augmentation de douze millions de personnes par année, la Chine ne peut fournir de l'eau douce de qualité à tous ses habitants. Depuis la réforme économique de la fin des années 1970, les villes, les industries et les agriculteurs déversent sans relâche d'énormes quantités d'eau non traitée dans l'environnement, ce qui contribue à contaminer les réserves d'eau douce de ce pays. Cette pollution engendre de graves conséquences environnementales et économiques qui s'additionnent aux catastrophes naturelles qui frappent régulièrement le pays. Pour remédier à cette problématique complexe, de grands projets tels que la construction du barrage des Trois Gorges, qui sera le plus grand barrage au monde, ont été mis de l'avant. Ce projet fait l'objet d'une analyse dans une perspective de développement durable pour la Chine. Celle-ci permet de rendre compte des impacts sociaux, économiques et environnementaux que ce méga projet occasionne.

Mots clés : accès à l'eau, barrage des Trois Gorges, Fleuve, Chine.

Abstract : The fresh water resources, which we thought were inexhaustible, are in fact scarce and often difficult to access. According to most recent data, less than 1% of all fresh water on the planet is readily accessible to humans. But this small proportion could be enough if the geographical distribution of this resource were better balanced. At present, 1,2 billion people in the world, this is one out of five, do not have access to the vital resource fresh water. The lack of water is also related to demographical growth and pollution. This reality is particularly true in the case of the People's Republic of China. With a population of more than one billion and an increase of twelve million people per year, China cannot provide quality fresh water to all its inhabitants. Since the economic reform of the late 1970s, cities, industry and farmers relentlessly pour enormous quantities of untreated water into the environment, which contributes to contaminate the country's fresh water reserves. This pollution has serious environmental and economic consequences, which are compounded by the natural disasters, which regularly strike the country. In order to solve these complex problems, ambitious projects such as the construction of the Three Gorges dam, which will be largest in the world, were put forward. This project will be the subject of an analysis of sustainable development in China. This allows to account for the social, economic and environmental impacts that this mega project causes.

Keywords: access to water, damming of the Three Gorges, Large River, China

L'eau douce est une ressource que nous pensions inépuisable, mais elle est en fait rare et souvent difficile à prélever. Sur Terre, 97,5 % de l'eau est salée, ce qui signifie qu'il reste seulement 2,5 % d'eau douce. Toutefois, près de 69 % de cette eau douce est congelée dans les glaciers du Groenland, de l'Antarctique et dans les neiges éternelles et seulement 0,26 % est facilement accessible à l'être humain (Shiklomanov, 2000). Néanmoins, même cette faible proportion disponible pourrait suffire si elle n'était pas si mal répartie sur la planète. Actuellement, un être humain sur cinq n'a pas accès à une eau douce de qualité et selon des experts, cinq milliards d'êtres humains pourraient ne pas avoir accès à l'eau potable si rien n'est fait d'ici

Introduction 2025 (Caramel, 2001). C'est pourquoi il est important de réduire la consommation en eau et

d'améliorer les techniques d'irrigation. Cependant, cette lutte pour l'accessibilité sera très difficile dans les pays en voie de développement (Jardonnet, 2002). Cette lutte est d'autant plus cruciale qu'il a été démontré que la pénurie d'eau ainsi que sa mauvaise qualité constituent les deux principaux facteurs de mortalité dans le monde (Jardonnet, 2002).

Sur le territoire de la République populaire de Chine, la pénurie d'eau potable est très importante. Cinquante millions d'habitants éprouvent au quotidien de la difficulté à s'en procurer. À Beijing, la capitale, ainsi qu'à Tianjin, une des plus grandes métropoles, les nappes phréatiques risquent d'être épuisées d'ici quinze ans à cause du pompage excessif. Cette pratique, bien qu'efficace, a comme conséquence d'affaiblir le sol à certains endroits. Pour remédier à ces problèmes de grande

envergure, les autorités chinoises ont choisi d'avoir recours à de grands projets, dont la construction du barrage des Trois Gorges est l'exemple le plus explicite. Lorsqu'il sera complété, ce barrage sera le plus grand au monde. De cette réalisation découleront divers projets qui seront d'une grande importance pour les populations de la Chine.

Historique

Située en Eurasie, la Chine est baignée au sud par la mer de Chine méridionale et à l'est par la mer de Chine orientale. C'est un pays immense, peuplé par l'une des plus anciennes civilisations du monde. Ayant une superficie de 9 326 410 km², ce pays arrive au troisième rang après la Russie et le Canada. À l'ouest et au nord, la topographie est marquée par des hautes terres continentales montagneuses, des déserts et des forêts. Dans la partie nord, les cours d'eau, peu nombreux, coulent dans des lits ensablés et sont difficilement navigables. Par contre, à l'est et au sud, les sols sont plus riches et humides. Il y a de nombreuses collines, des plaines fertiles ainsi que quelques fleuves et rivières. On y retrouve le Yangtsé, qui est le troisième fleuve en importance au monde, après l'Amazone et le Nil. Le fleuve Yangtsé se dirige vers l'est et traverse la Chine du Sud. Il est très large et profond, et la navigation y est très importante. Prenant ses sources sur le plateau du Qinghai-Tibet, ce fleuve permet aux régions avoisinantes de cultiver le blé, le coton ainsi que le riz. Le Yangtsé passe au nord du Sichuan par les célèbres Trois Gorges qui sont en ordre Qutang, Wu et Xiling.

Début du XX^e siècle

C'est dans son plan de développement pour l'industrie en 1919 que Sun Yat-Sen, le fondateur de la république de Chine, eut l'idée de dompter le fleuve Yangtsé (Nahapetian, 2002; Sanjuan, 2001 et Béreau, 2000). Sun Yat-Sen estimait qu'un barrage aux Trois Gorges permettrait un meilleur usage des ressources du fleuve et améliorerait la navigation. C'était une idée très avant-gardiste pour l'époque, mais la guerre civile qui faisait rage dans le pays mit un terme au projet. Puis, en 1932, le parti politique chinois, Guomindang, créait un comité de construction qui devait étudier la faisabilité du projet.

Quatre ans plus tard, la société pour la protection des eaux du Yangtsé engageait un ingénieur d'origine autrichienne pour étudier la question. Cependant, la guerre qui faisait rage dans le pays poussa l'ingénieur à leur conseiller d'ajourner la réalisation d'un projet d'une si grande importance.

En 1944, le gouvernement chinois fit appel à un expert américain des grands barrages. Celui-ci leur conseilla de construire un barrage à 25 kilomètres en amont de Yichang. De cette façon, le niveau d'eau atteindrait non pas une hauteur de 13 mètres mais de 200 mètres. Le débit d'eau, plus important, engendrerait alors une production d'électricité de près de 18 200 MW. Ce projet fut accepté, préfigurant le projet de barrage actuel.

En 1946, les autorités chinoises et le bureau américain signèrent un contrat très avantageux pour les Américains, car ceux-ci obtinrent la conception du barrage. Cependant, une autre guerre civile, ainsi qu'une grave crise économique, éclata et le projet fut encore une fois suspendu (Sanjuan, 2001 et Béreau, 2000).

Après la fondation de la nouvelle Chine

En 1949, la République populaire de Chine, dirigée par Mao Zedong, relança le débat sur la construction d'un barrage aux Trois Gorges, en réponse à des inondations meurtrières. L'urgence du projet se fit ressentir une nouvelle fois lorsque d'autres inondations causèrent la mort de 30 000 personnes et en laissèrent 19 millions d'autres sans abris en 1954 (Sanjuan, 2001 et Béreau, 2000). Quatre ans plus tard, Mao Zedong fit préparer activement le projet. Le nouveau ministère des Eaux et de l'énergie électrique qui en fut chargé annonça que l'étude, la conception et la construction du barrage nécessiteraient de 15 à 20 ans de travaux. Le début de la construction du barrage fut fixé à la période 1962-1963. Pendant ce temps, 10 000 scientifiques se mirent à l'étude des problèmes relatifs au barrage et plus de 2 600 rapports furent rédigés en 1958 et 1959.

Le Grand Bond en avant et le triomphe du radicalisme maoïste furent des moments clés dans l'origine de l'idéologie du projet. Cependant, le fait que la Chine fut de plus en plus isolée à cause des risques d'une guerre avec l'URSS occasionna un manque de compétences technologiques et obligea les dirigeants à mettre à nouveau un frein au projet (Sanjuan, 2001 et Béreau, 2000).

Après la réforme économique

L'idée d'un barrage aux Trois Gorges ne fut pas abandonnée et revint à l'avant-plan à la fin des années 1970 lorsqu'un manque flagrant d'électricité dû à la réforme économique handicapa le développement économique de la Chine centrale. L'année 1979 marqua vraiment un tournant dans la réalisation du barrage, car le ministère des Eaux approuva officiellement le choix de 1959. C'est alors que le futur site du barrage des Trois Gorges fut confirmé (Sanjuan, 2001 et Béreau, 2000).

Puisque les Américains avaient de sévères réserves au sujet de la construction du barrage, les Chinois se tournèrent vers les Canadiens à qui ils confièrent les études de faisabilité en 1982 et 1983. Après plusieurs controverses, le Premier Ministre Li Peng, en 1986, promit une nouvelle étude de faisabilité. Deux ans plus tard, le résultat de cette étude fut favorable au projet de barrage. Fait à noter, la hauteur prévue du barrage, qui était alors de 175 mètres fut augmentée de 10 mètres (Sanjuan, 2001 et Béreau, 2000). L'année suivante, en 1989, Li Peng¹ et Jiang Zemin, en forçant tous les obstacles, firent adopter le projet des Trois Gorges. Le projet fut voté à l'Assemblée nationale Chinoise le 3

¹ Li Peng était le Premier Ministre à cette époque et est actuellement le président de l'Assemblée populaire nationale de Chine.

avril 1992 et le début de la construction commença un an plus tard, soit en 1993.

Au début de l'année 2000, le mur de la centrale avait déjà atteint une hauteur de 80 mètres. La production d'électricité est prévue pour le début de l'année 2003 et, si les délais sont respectés, le barrage sera terminé en 2009 (Bethemont, J. & Bravard J-P. 2000).

Le Projet des Trois Gorges

Situé en Chine centrale dans la province de Hubei, près de la ville de Yichang, le barrage des Trois Gorges est le plus grand chantier du monde en ce qui a trait au contrôle des eaux. Même s'il n'est pas le plus grand barrage du monde de par sa hauteur et de la capacité de son réservoir, sa productivité hydroélectrique dépasse largement celle du barrage d'Itaipu au Brésil (Sanjuan, 2001 et Béreau, 2000).

Selon la planification prévue, la construction du barrage des Trois Gorges devait s'échelonner sur une période de 17 ans, soit de 1993 à 2009. Selon les promoteurs du projet, plusieurs de ses composantes seront extrêmement utiles au développement de la région des Trois Gorges, par exemple les deux centrales et le lac de retenue. De plus, de nouvelles installations serviront à la navigation commerciale, soit un élévateur à navires ainsi que cinq écluses.

Une fois complété, le barrage des Trois Gorges sera d'une longueur totale de 2 309 mètres et s'élèvera à une hauteur de 185 mètres, soit 5 mètres au dessus du niveau maximal du réservoir (Sanjuan, 2001 et Béreau, 2000). Le barrage des Trois Gorges possédera plusieurs composantes. Tout d'abord, le déversoir, qui aura une longueur de 483 mètres, sera situé au centre du barrage, c'est-à-dire au milieu du chenal et au niveau du lit naturel du Yangtsé. Sa plus basse partie, percée de 23 ouvertures, se situera à une hauteur de 90 mètres. La partie la plus haute se trouvera à 158 mètres et elle sera percée de 22 vannes, permettant ainsi le déversement du trop-plein d'eau.

La centrale hydroélectrique sera séparée en deux par le déversoir. Celle de gauche s'étendra sur près de 644 mètres et possédera 14 turboalternateurs tandis que celle de droite, plus courte de 59.5 mètres, sera dotée pour sa part de 12 turboalternateurs. L'ensemble des turboalternateurs aura une puissance de 18 720 MW, soit 23 % supérieure à celle de l'ensemble des centrales du Complexe La Grande, qui est de 15 244 MW (Hayer, 2001). Il est prévu que le barrage des Trois Gorges fournira à lui seul 10 % de la consommation chinoise en électricité.

Actuellement, il est impossible pour des navires de 10 000 tonnes de remonter le fleuve Yangtsé jusqu'aux Trois Gorges; seuls des navires de 3 000 tonnes et moins peuvent le faire. Mais cette situation va changer, puisqu'une série d'écluses à double voie et à cinq niveaux est actuellement taillée dans le granite des trois Gorges. Chaque caisson mesurera 208 mètres de long et 34

mètres de large avec une hauteur d'eau minimale de 5 mètres, permettant ainsi à des navires de 10 000 tonnes de se rendre à Chongqing. Des navires de 3 000 tonnes pourront même monter sur le lac réservoir grâce à un élévateur conçu pour lever de tels bâtiments. Cet élévateur est en fait un compartiment étanche de 120 mètres de longueur, 18 mètres de largeur et 113 mètres de hauteur. La construction du barrage permettra la navigation sur le Yangtsé de six à neuf mois par année (Sangjuan et Béreau, 2000; Merchez et Puzin 1999).

En 2003, le niveau de la retenue atteindra une hauteur de 135 mètres. Lorsque le barrage sera achevé en 2009, il atteindra une hauteur de 185 mètres, alors que le niveau du fleuve aura monté de 44 mètres. Le bassin de retenue atteindra approximativement 600 kilomètres de longueur et retiendra environ 4 milliards de mètres cubes d'eau. Le coût de ce barrage s'élèvera alors à 12 milliards de dollars US. 55 % de cette somme aura été consacré à la construction du barrage et 45 % au déplacement de la population. Mais ces coûts risquent d'être dépassés. Néanmoins, les experts chinois estiment que les dettes pourront être remboursées en 2014 -2015 (Lafontaine, 2000; Sangjuan et Béreau, 2000).

Les aspects environnementaux, économiques et sociaux du projet

Trois principaux objectifs justifient la construction du barrage des Trois Gorges. Premièrement, la régularisation des crues dévastatrices du fleuve Yangtsé. Deuxièmement, l'augmentation de la charge des navires afin d'améliorer le transport maritime. Enfin, la production d'électricité grâce au formidable potentiel hydraulique du Yangtsé.

Ces dernières années prouvent sans aucun doute que ces trois objectifs sont d'une extrême importance. Par exemple, la centrale hydroélectrique ainsi que les systèmes implantés pour faciliter la navigation aideront des villes comme Shanghai et Chongqing à se développer. Le système de régularisation des crues aidera la population en aval en empêchant des inondations aussi meurtrières que celles connues en 1998 et en 2002 sur le Yangtsé. Autre fait intéressant, la croissance démographique en Chine étant très importante, le manque d'eau devient plus en plus flagrant. C'est aussi l'une des raisons avancées quant à l'urgence de faire un barrage de cette ampleur.

Cependant, bien qu'il soit d'une grande nécessité pour le développement économique de la Chine, ce projet a des conséquences majeures liées à l'érection du barrage et la mise en eau du réservoir. Ces conséquences sont d'ordre environnemental, social et économique.

Aspects environnementaux

La protection de l'environnement prend une place de plus en plus importante dans nos sociétés. Longtemps négligées, les considérations environnementales revêtent aujourd'hui une très

grande importance lors de la réalisation de tout projet pouvant avoir des conséquences néfastes sur les écosystèmes aquatiques et terrestres. Dans les sections qui suivent, les conséquences écologiques du barrage des Trois Gorges seront discutées.

Inondations

En Chine centrale, sur le fleuve Yangtsé, les inondations sont des événements courants depuis des milliers d'années. Deux événements peuvent occasionner des inondations. Il y a d'abord la fonte des neiges dans les montagnes du Tibet ainsi que les précipitations des mois d'été. Ces deux composantes mises ensemble peuvent occasionner des inondations très importantes. On dénombre au moins une inondation majeure à chaque décennie. Certaines de ces inondations sont parfois catastrophiques au point de vue humain et environnemental. En observant la figure 1, on note une dizaine d'inondations entre 1981 et 2002, dont deux très importantes en 1996 et 1998.

Bien qu'elle fut légèrement plus meurtrière, l'inondation de 1996 vient au second rang en ce qui concerne l'impact total de la dévastation. L'inondation de 1998 fut de loin supérieure à celle de 1996, car elle a occasionné plus de pertes matérielles et a considérablement détruit l'environnement. On estime d'ailleurs que cette inondation est la plus importante du 20^e siècle (Sanjuan, 2001 et Béreau 2000). On note sur la figure que le nombre de décès reliés aux inondations est à la baisse après l'année 1998. Est-ce là une conséquence de l'effet régulateur du barrage des Trois Gorges? Le projet des Trois Gorges étant trop récent, il n'est pas possible pour le moment de répondre à une telle question.

Le couvert végétal

Le barrage au Trois Gorges a déjà permis d'irriguer des zones arides et a amélioré l'environnement écologique. Grâce au projet, le reboisement des terres de Yichang a pu être possible. La couverture végétale du district de Yichang a augmenté de 0,5 %. La superficie aménagée des surfaces touchées par la déperdition du sol et des eaux couvre 90 kilomètres carrés.

Par contre, le bassin de retenue, d'une longueur comparable au Lac Supérieur, engloutira une zone fertile où sont cultivées près de 40 % des produits agricoles de la Chine ce qui est un peu moins encourageant.

Cependant, même si bon nombre des terres arables seront englouties, les villes établies sur le bord du fleuve ne risqueront plus de faire face à la violence du fleuve. Grâce au barrage, les cultivateurs ne risqueront plus de voir leurs récoltes anéanties par les crues.

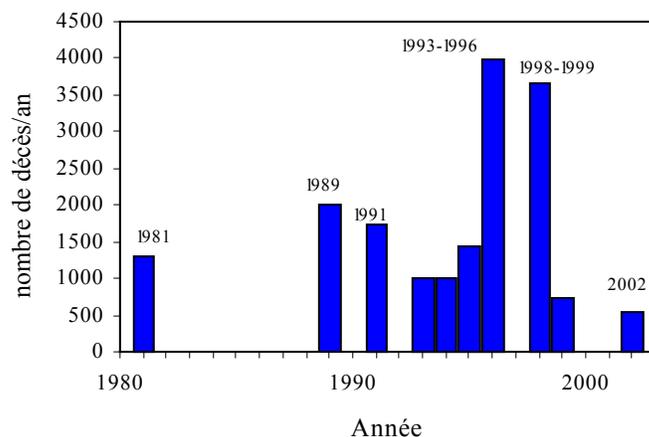


Figure 1. Nombre de décès suite aux inondations dans la région du Yangtsé, 1981-2002

Il y a toutefois un problème d'envergure qui se pose alors en aval. Le ralentissement des courants fluviaux provoquera l'appauvrissement du couvert végétal, entraînant ainsi l'érosion graduelle du sol. Une fois la construction du barrage terminée, les terres ne pourront plus être fertilisées par les sédiments en suspension dans l'eau du fleuve car il y aura absence d'inondation. Certains cultivateurs devront faire appel à des engrais chimiques pour cultiver leurs terres. Ces engrais, qui n'étaient pas utilisés auparavant dans la région, se déverseront dans le fleuve par ruissellements. Le niveau de pollution du fleuve Yangtsé augmentera, ce qui pourra avoir des conséquences néfastes sur l'environnement.

Catastrophes naturelles

Les eaux du fleuve Yangtsé étant riches en sédiments, il est fort probable qu'une grande quantité de matériaux sédimentaires se déposeront au pied du barrage et provoqueront éventuellement la montée du lit du fleuve. La raison pour laquelle il y a tant de sédiments dans ce fleuve est simple : quelques kilomètres en amont du barrage, se trouvent le plateau de Tibet. Ce plateau, terriblement exploité, fait face à un grave problème de déforestation. Les sols asséchés par la désertification sont très friables. Lorsque les eaux du Yangtsé passent dans cette zone, elles se saturent de sédiments et deviennent de couleur jaune (Douglas, 1992). Bien que la conception du barrage doit certainement tenir compte de ce phénomène, cette accumulation de sédiments pourraient néanmoins provoquer une forte pression sur la structure de béton et augmenter ainsi le risque de fissurer le barrage (Haller, 2000). Sans compter qu'à long terme ses sédiments vont remplir le réservoir et réduire le potentiel hydroélectrique de l'ouvrage.

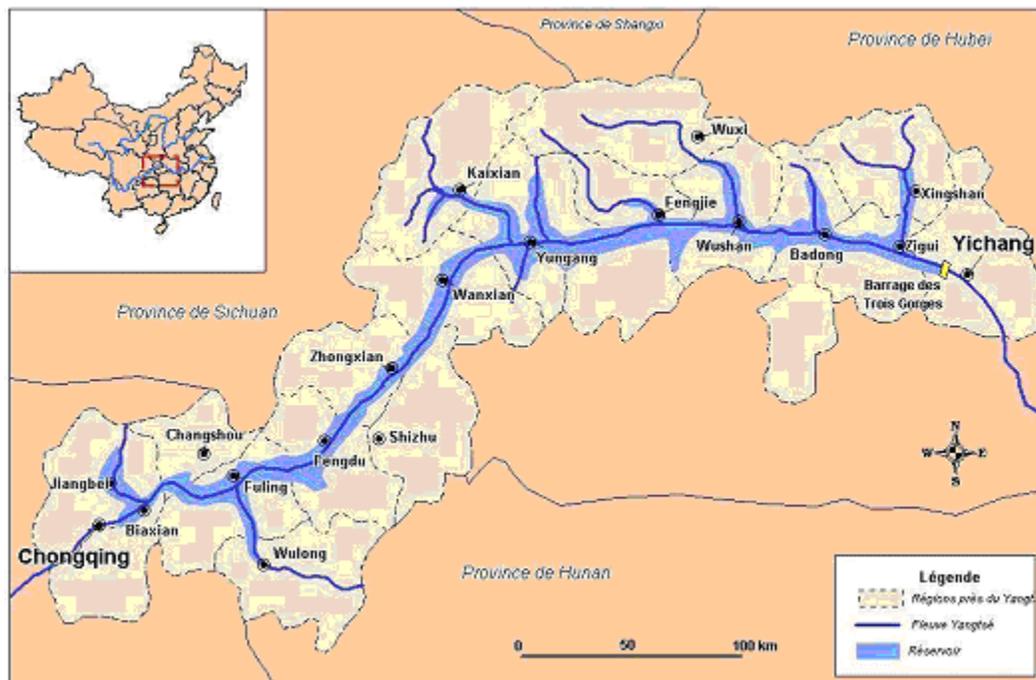


Figure 2 : Création d'un réservoir de Yichang à Chongqing.

En Chine, des séismes d'une magnitude de 7 sur l'échelle de Richter surviennent assez régulièrement (Sangjuan et Béreau 2000). Si par malheur le barrage cédait, suite à un séisme majeur, les conséquences seraient extrêmes. L'eau dévalerait en cascade directement sur les villes de Wuhan et de Changsha. Selon les responsables de la compagnie des Trois Gorges, le barrage est un projet central et il est fort improbable que se répète un événement similaire à l'effondrement d'un barrage survenu en 1975 sur un affluent de la rivière Yangtsé. Cet incident déplorable avait alors causé la mort de 240 000 personnes.

Conséquences écologiques

Une fois le barrage achevé en 2009, le réservoir engloutira un grand nombre de villes, villages et de bourgs. En observant la Figure 2, on remarque deux couleurs à la rivière. La couleur la plus foncée représente le lit naturel du fleuve et le contour en bleu pâle représente le bassin de retenue qui atteindra les berges de la ville de Chongqing. On est à même de constater qu'en plusieurs endroits, l'eau inondera les vallées adjacentes au Yangtsé.

Le risque que le réservoir se transforme en dépotoir est très grand. La proximité de villes importantes près du réservoir constitue un problème. Par exemple, la ville de Chongqing, qui se trouve au-dessus du réservoir déverse d'énormes quantités de produits nocifs telles que des hydrocarbures et du mercure, ce qui s'avère catastrophique pour l'environnement. Par ailleurs, la mise en eau du réservoir aura pour conséquence l'engloutissement de près de 1 300 mines de charbon, 300 000 mètres de latrines

rurales, des milliers de tombes ainsi que 2,9 millions de tonnes de débris de tous genres (Daweide, 2002). Comme l'eau du réservoir sera plutôt calme, ces substances s'y entasseront dans le fond.

Il faudra également décontaminer le sol avant d'accueillir l'eau du réservoir. Si les inspections démontrent que la dépollution du terrain à inonder n'est pas complète, il sera essentiel de retarder la mise en eau du barrage. Cela coûtera cher et la dernière phase du barrage devait être payée par le début de la production électrique. Le gouvernement chinois a décidé en 2001 de débloquer 900 millions de dollars US pour la dépollution du réservoir.

Qu'est-ce que le sol comporte de si polluant? Il y a sur le territoire 178 décharges d'ordures, 300 000 mètres carrés de toilettes publiques, plus de 41 000 tombes et 1 500 abattoirs. Certaines tombes qui datent de la guerre entre la Chine et le Japon (1937-1945) sont contaminées par le bacille du charbon, un microorganisme extrêmement toxique et dangereux pour les êtres vivants. Pour les gens qui seront affecté au nettoyage des fausses communes, il y aura un risque accru de contracter ce bacille. Les tombes doivent être vidées et exposées à l'air libre avant la montée de l'eau, mais si pour une raison ou pour une autre, elles n'étaient pas nettoyées avant la mise en eau du réservoir, de graves problèmes de contamination pourraient survenir.

Que deviennent la flore et la faune?

Selon différents écologistes, l'avenir écologique des Trois Gorges serait passablement menacé (Bravand, 2000 et Nahapetian, 2002). Le ralentissement du courant fluvial engendrera une baisse d'apport en nourriture, ce qui ne sera pas sans affecter toute la chaîne alimentaire. En outre, la disparition de plusieurs espèces de poissons, d'animaux et de plantes médicinales rares est à craindre. C'est notamment le cas du dauphin du Yangtsé, le Baiji, qui est Actuellement une espèce en voie de disparition (Nahapetian, 2002, Hanly 2000 et Wuhan 1997). Ce dernier devra faire face à des eaux beaucoup moins profondes en aval du barrage et risque de ce faire gravement blesser et même tuer par des hélices de bateaux. De plus, dû à l'absence des fluctuations saisonnières, la température de l'eau retenue par le barrage va monter, ce qui aura pour effet de diminuer la qualité du territoire occupé par le Baiji (Nairi Nahapetian, 2002).

Toutefois, il y a de l'espoir. On prévoit construire une réserve naturelle dans le secteur des Trois Gorges. Cette initiative est très importante pour cette région du Yangtsé, car la biodiversité y est étonnante et est considérée par les spécialistes comme une banque naturelle de gènes d'espèces sauvages. Des milliers d'espèces de plantes et d'animaux y ont été recensées. En tout, 55 espèces animales se trouvant sur la liste des espèces protégées y ont été répertoriées, dont le tigre de Chine du Sud, le Rhinopithèque et l'esturgeon de Chine. De plus, un nombre impressionnant de plantes vasculaires ont aussi été identifiées. Suite à la réalisation du projet des Trois Gorges, cette région deviendra l'un des plus grands écosystèmes de terres humides de la Chine, ce qui aura comme conséquence d'augmenter considérablement le nombre d'oiseaux aquatiques (Article internet intitulé « Une réserve naturelle sera construite dans la région des Trois Gorges du Yangzi »).

Aspect social

Bien que le barrage des Trois Gorges soit conçu pour desservir les besoins de la Chine centrale, ce projet est loin de faire l'unanimité. Le déménagement et la réinstallation de centaines de milliers de personnes loin de leur milieu de vie et de travail est un sujet extrêmement sensible provoquant des réactions diversifiées.

Le déracinement d'une population

Ce qui attire le plus l'attention lorsque l'on parle du barrage des Trois Gorges, c'est le déplacement massif de plusieurs centaines de milliers de personnes. En tout, le lac de retenue engloutira 6 villes et en inondera partiellement 13 autres. De plus, 4 500 villages et hameaux, 140 bourgs ruraux et 657 industries disparaîtront sous les eaux. Comme l'expliquent Merchez et

Puzin (1999) dans leur article, en simulant la montée de l'eau, on remarque que Wuxia une ville comptant 15 000 habitants sera entièrement submergée par le lac artificiel. Par contre, dû à la variation de l'altitude de la région, certaines villes seront submergées seulement en partie. Cette situation entraînera de graves problèmes sociaux, car les gens vivant au bas des villes sont très peu fortunés. Cette relocalisation forcée a débuté il y a déjà 5 ans. Les gens touchés ont été placés dans des campements de fortune en attendant d'une maison bien à eux. Daweide (2002) pense que le fait de déménager les populations est une occasion pour eux de commencer une nouvelle vie dans de nouvelles installations. Il stipule qu'un grand nombre d'appartements ayant une grandeur de 80 mètres carrés et possédant l'eau courante, une cuisine et des toilettes seront à la disposition de la population déplacée.

La figure 3 permet de visualiser l'ampleur des déplacements : les cercles représentent les villes qui seront partiellement submergées et les étoiles, celles qui seront entièrement submergées. Les régions les plus durement touchées sont celles qui se trouvent à proximité des rivières adjacentes au fleuve Yangtsé. Pour chacune des villes illustrées sur la figure 3, le tableau 1 donne le nombre de personnes déplacées. On remarque que pour les villes de Wanxian, Yunyang, Kaixian et Chongqing, plus de 100 000 personnes ont été ou seront déplacées. Quant aux 267 000 personnes peuplant les villes de Zigui, Xingshan, Yunyang et Fengdu, elles ont toutes été entièrement déplacées sur de nouveaux sites, soit en amont, soit en aval du barrage, voire sur la rive opposée du Yangtsé.

Bien loin de chez soi

Une somme de 5 milliards de dollars US est prévue pour le déplacement des populations. Cependant, cette somme avait été calculée pour 1,3 millions de personnes à déplacer alors qu'il y a maintenant 1,8 millions de gens qui doivent l'être. La plupart des gens n'ont pas été ou ne seront pas nécessairement déplacés près de leur lieu d'origine (Figure 4). Prenons, par exemple, les populations qui seront dirigés vers les provinces de Sichuan et Shangxi. Ces provinces de l'ouest de la Chine sont aux prises avec de sérieux problèmes économiques.

Ceux qui sont dans des villes de la province de Guangxi sont aussi à plaindre, car celle-ci est au prise avec une pauvreté extrême. Il est prévu de trouver des emplois aux gens déplacés, mais cela ne sera pas tâche facile, car selon les statistiques officielles, le Guangxi connaît le plus fort taux de chômage de la Chine. Ces gens, qui avaient déjà de la difficulté à subvenir à leurs besoins, se verront installés dans une région encore plus pauvre.

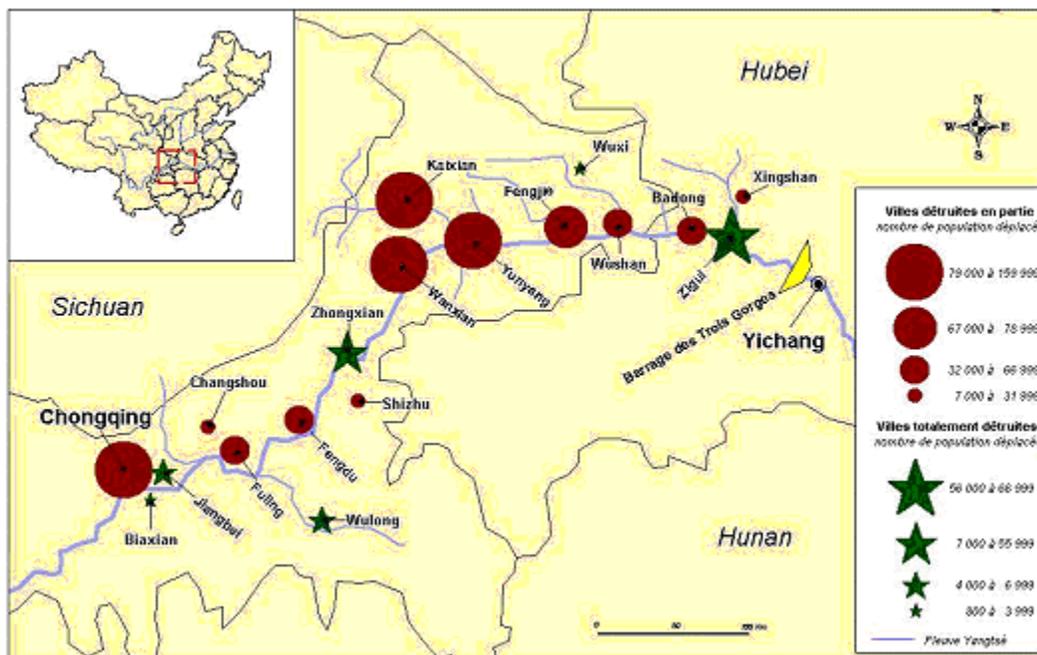


Figure 3 : Population expropriée de la zone des Trois Gorges.

Les gens qui seront déplacés vers Shandong seront un peu plus choyés et ceux-ci devraient avoir un peu moins de difficulté à s'adapter à leur nouvel environnement. Même s'ils seront localisés dans un endroit très différent de leur lieu d'origine, ils auront au moins accès à un cours d'eau majeur, le fleuve Jaune. De plus, ils seront beaucoup plus près de Beijing, la capitale de la Chine.

Enfin, un autre groupe de personnes sera déplacé vers Shanghai. Certes, celles-ci seront dépaysées, mais ils auront la chance d'avoir accès à la ville sans avoir à payer le « Hukou¹ ». Ceci représentera un énorme avantage pour eux, car le prix de ce passeport est environ deux années de salaire pour un Chinois moyen.

¹ Le système de Hukou s'agit d'un système de permis de résidence en ville. Ce système vise à contrôler la mobilité géographique de la population à l'intérieur du pays. En raison de ces permis de résidence, les paysans qui migrent vers la ville n'ont pas les mêmes privilèges que les citoyens puisqu'ils ne possèdent pas ces permis et n'obtiennent pas de nombreux services offerts en milieu urbain.

Ville	Population déplacée
submergées en totalité	
Zigui	67 000
Zhongxian	56 000
Jianbgei	5 000
Wulong	4 000
Biaxian	3 000
Wuxi	800
submergées en partie	
Wanxian	160 000
Yunyang	111 000
Kaixian	111 000
Chongqing	100 000
Fengjie	79 000
Fengdu	68 000
Fou-ling	68 000
Zhong Xian	56 000
Badong	32 000
Xingshan	21 000
Shizhu	11 000
Changshou	7 000

Tableau 1. Villes du centre de la Chine submergées, 2000 – 2009. Source : <http://www.china.org.cn/Beijing-Review/Beijing/BeijingReview/French/2000Jun/bjr2000-26f-17.htm>

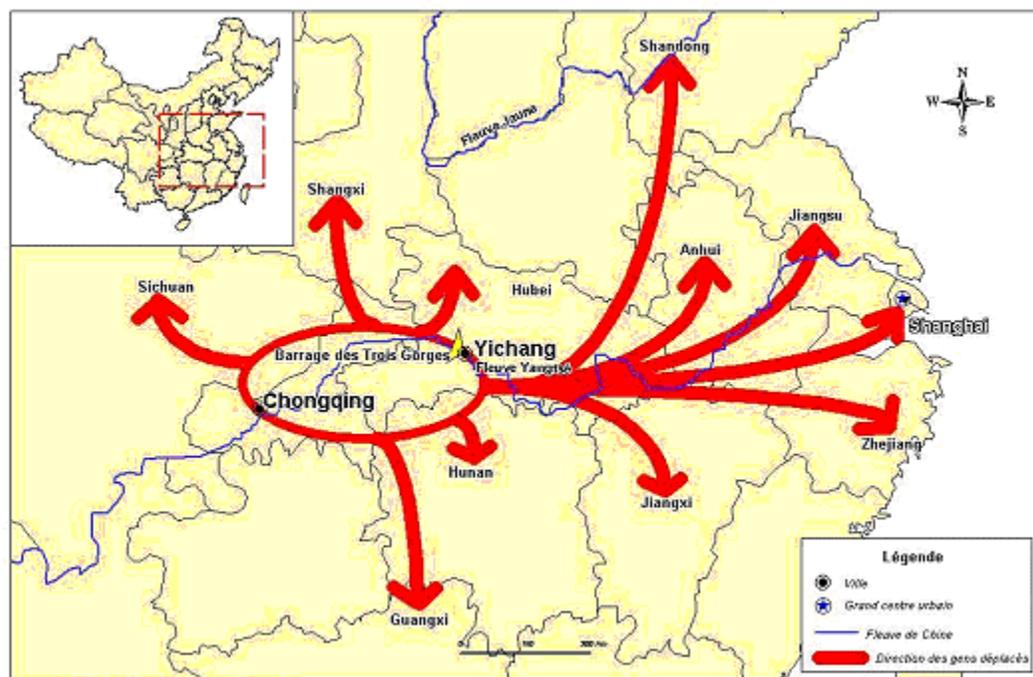


Figure 4. Destination des populations déplacées.

Malgré toutes les difficultés que la relocalisation comporte, elle peut néanmoins être un bon moyen pour qui veut recommencer une nouvelle vie. Certaines personnes relocalisées dans différents lieux se seraient déjà harmonisées avec leur nouvelle société et leur niveau de vie ainsi que leur productivité auraient augmentés (Daweide, 2002). Par contre on sait que des familles qui ont été déménagées dans la province de Anhui en 2000 sont mécontentes. Leurs maisons sont trop petites et la terre insuffisante (Daweide, 2002). De façon générale, les personnes déplacées doivent se réadapter à un environnement tout à fait différent de celui qu'elles ont connu pendant une grande partie de leur existence et ce n'est pas toujours facile à vivre.

L'adaptation à un nouveau paysage

Un problème d'adaptation se pose alors. Les paysans qui vivent dans des vallées éloignées des grands centres urbains ne connaissent pas les avancés technologiques et même des ressources aussi rudimentaires que l'électricité. Pour eux, c'est une véritable révolution. Ils sont propulsés dans un monde totalement inconnu. Qui plus est, ces cultivateurs qui subsistaient essentiellement grâce à l'agriculture voient leurs terres se faire engloutir, ce qui doit être un véritable crime pour eux.

L'attitude des autorités chinoises face aux différents problèmes encourus consiste à minimiser les désagréments causés aux centaines de milliers de personnes qui sont ou seront déplacées en les comparant aux bénéfices anticipés pour des centaines de

millions d'autres qui profiteront de la construction de la centrale électrique.

Pertes d'importance historique

Les Trois Gorges jouent un grand rôle dans l'identité culturelle chinoise (Nahapetian, 2002). Lorsque les touristes internationaux se rendent dans ce majestueux endroit, ils ne peuvent que se rappeler la célèbre histoire des trois Royaumes. Le barrage des Trois Gorges peut alors être vu comme une grave erreur commise à l'endroit de l'identité culturelle de toute une civilisation. Le sol des Trois Gorges est très riche en fossile. En 1968, les restes du plus ancien homme fossilisé ont été découverts (Li, 1990). À cet égard, certaines pertes seront irremplaçables. Lorsque le barrage sera achevé, l'eau du réservoir inondera plusieurs richesses culturelles et patrimoniales. Plus de 118 villes et 44 sites archéologiques parmi les plus légendaires de Chine, ainsi que 8 000 sites qui n'ont pas encore été exploités (Nahapetian, 2002).

Les nombreux vestiges et monuments historiques que comportent les Trois Gorges sont des temples, des logements, des portiques commémoratifs, des puits, des passerelles de bois et des gravures sur pierre, etc.. Ils seront, selon le plan établi, protégés sur place, transférés dans des endroits plus élevés, photographiés ou filmés (Grenier et Poix, 1997).

Un projet de musée, pour protéger le plus possible les vestiges de civilisations anciennes, est en construction dans la ville de Chongqing. En outre, « Le Musée des Trois Gorges de Chine »

pourra abriter 300 000 objets historiques. Évidemment, malgré de grands efforts, les autorités chinoises ne pourront pas sauver de l'inondation tout ce qui devrait l'être (Grenier et Poix, 1997).

Les retombés économiques

Le projet des Trois Gorges apportera d'énormes retombées économiques à la République populaire de Chine. Il aura un impact positif sur la navigation, aidera l'industrie touristique de la région, permettra de produire une énorme quantité d'électricité et sera un élément clé pour le projet de l'adduction de l'eau vers les régions de la Chine au nord du Yangtsé.

Augmentation de la navigation

La ville de Chongqing voit l'arrivée du barrage comme une délivrance. Cette ville, qui se trouve à l'écart des autres centres urbains, est le plus grand centre industriel et commercial du sud-ouest. Son développement a subi un ralentissement dû, notamment, à la limitation de la navigation sur le fleuve Yangtsé.

C'est à partir de 2003 qu'on pourra naviguer à nouveau sur le fleuve puisque les écluses seront alors opérationnelles. Le lac de retenue sera suffisamment profond pour accueillir des navires de fort tonnage. De plus, comme toutes les habitations auront été détruites avant la montée de l'eau, il n'y aura aucun risque pour les embarcations de s'y heurter. Un autre point positif est qu'il sera possible de naviguer sur le fleuve jusqu'à neuf mois par année. Non seulement ce sera très avantageux pour l'économie de la région des Trois Gorges, mais le tourisme sera encore plus important, car bon nombre de personnes seront très intéressées à visiter le grand barrage.

Le tourisme

Au fil des années, le tourisme occupera une place de plus en plus importante dans le développement de la région. Depuis 1993, de nombreuses infrastructures touristiques ont été mises en place pour satisfaire les touristes.

Déjà, trois nouveaux sites touristiques ont été créés depuis le début de la construction du barrage des Trois Gorges. Le premier site s'appelle la zone de dérivation. L'endroit à visiter est à une vingtaine de kilomètres du barrage. On peut y admirer de célèbres paysages qui s'étalent des deux côtés du fleuve Yangtsé. Le deuxième site touristique est dans la région de Sixi. Celui-ci se concentre sur l'horticulture et possède une flore précieuse avec plus de 300 espèces de bambous. Enfin, il y a, dans la région de Zigui, le mont Phénix. Il permet aux touristes d'avoir une vue panoramique sur les travaux du barrage.

La surélévation du niveau de l'eau sur les affluents du fleuve Yangtsé formera plus de 120 îles. Ainsi, bon nombre de sites jusqu'alors difficiles, voire impossibles d'accès deviendront visitable par les touristes.

De plus, trois quais à vocation touristique seront construits sur le réservoir et ce, pour satisfaire la demande croissante. En effet, de nombreux voyageurs souhaitent voir le plus grand barrage au monde. Selon l'Ambassade de Chine en France, ces trois (3) quais, qui seront construits en amont du barrage à Maoping, Taipingxi et Xiakou, accueilleront approximativement 2,2 millions de touristes par année. Bien qu'elle était déjà grandement visitée, la région risque, selon les promoteurs, d'avoir une forte croissance touristique dû à ses paysages pittoresques et à la présence du barrage des Trois Gorges. Par conséquent, pour arriver à satisfaire tous ces nouveaux touristes, il faudra construire de nouveaux hôtels et de nouvelles infrastructures de support.

Production d'électricité

La production d'électricité qui a débuté en janvier 2003 est produite par 26 turbines. Celles-ci procurent de grandes quantités d'énergie aux villes, facilitant le développement. Certaines villes aussi éloignées que Shanghai attendaient avec impatience la réalisation du projet, car elles faisaient face à un manque d'électricité néfaste à leur développement. La centrale hydroélectrique a une puissance de 18 720 MW. Chacune des turbines de la centrale des Trois Gorges a un poids de 420 tonnes, une hauteur de 5,4 mètres et un diamètre de 10 mètres. Individuellement, elles sont assez puissantes pour alimenter en électricité environ 275 000 foyers chinois.

Présentement, la production électrique chinoise est essentiellement basée sur la combustion du charbon utilisé dans des centrales thermiques. Ces centrales sont une grande cause de pollution et en 1999, il a été déterminé que huit des dix villes dont l'air était le plus pollué au monde se retrouvaient en Chine. Ces villes étaient dans l'ordre, Taiyuan, Urumqi, Beijing, Shanghai, Shenyang, Chongqing, Xi'an et Guangzhou. Non seulement la Chine est le premier producteur mondial de charbon, mais il en est aussi le principal consommateur. La combustion du charbon émet des polluants tels que le dioxyde de carbone, le dioxyde de soufre et des oxydes d'azote, provoquent des pluies acides, affectent la couche d'ozone ainsi que la santé des citoyens.

De nombreuses centrales thermiques se trouvent près de la ville de Shanghai. Comme elles polluent l'atmosphère sur un grand territoire, quelques-unes seront sûrement fermées suite à la production d'électricité aux Trois Gorges. C'est très intéressant pour la protection de l'environnement, car la production d'énergie grâce à la force hydraulique ne provoque aucun gaz à effet de serre. Pourtant, même si l'on voit beaucoup d'avantages à cette énergie verte, un grand nombre de personnes demeure toujours hostile. Ceux-ci pensent que l'énergie produite par le barrage sera très chère, qu'il faudra la transporter sur de longues distances et que de toute manière, puisqu'il faudra attendre une douzaine d'années, le projet ne pourra résorber le manque d'électricité à court terme. (Est-ce valide puisque la production électrique a déjà débuté?)

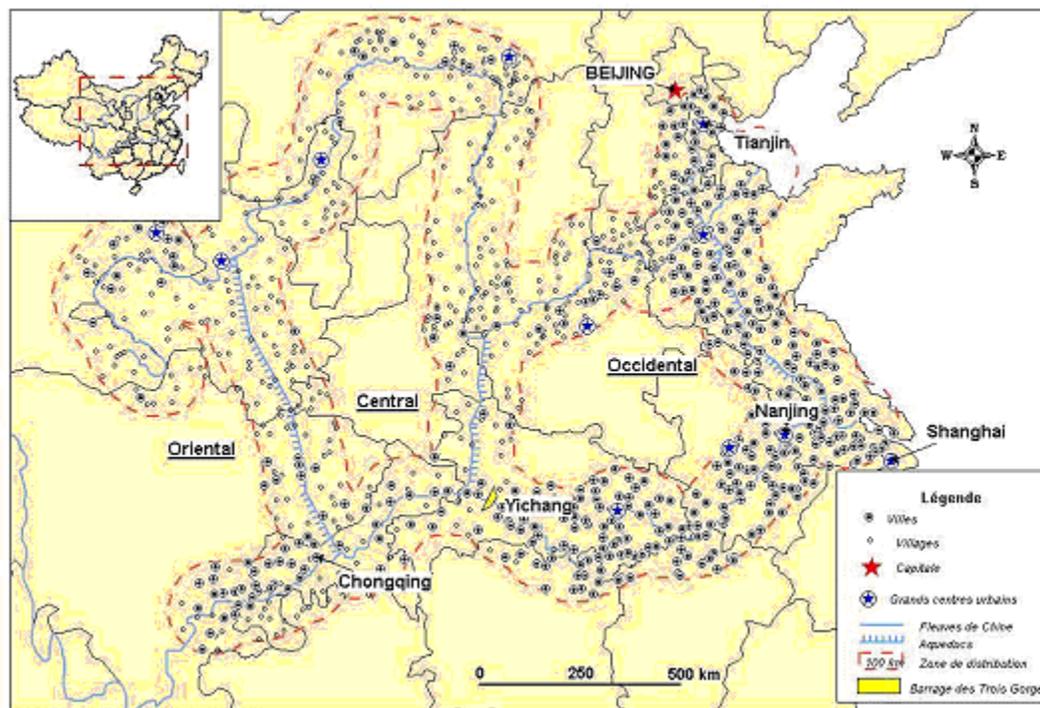


Figure 5. Adduction de l'eau du sud au Nord de la Chine.

Le projet des Trois Gorges ne se termine cependant pas là; au contraire, il ouvre la porte à un tout nouveau projet tout aussi audacieux : celui de l'adduction de l'eau du sud vers le Nord.

Transfert de l'eau

Un autre point très important est le transport de l'eau du réservoir vers le nord. Il a été estimé que la Chine a suffisamment d'eau douce pour faire vivre de façon durable la moitié seulement de sa population actuelle, soit 650 millions d'habitants (Hinrichsen et al., 1998). Comme le sud reçoit plus de précipitations que le nord, il y a un important manque d'eau dans le nord de la Chine. Ce manque d'eau menace la production alimentaire, entrave le développement économique et endommage les écosystèmes. Il est donc vital pour les régions qui souffrent de pénuries que cette ressource puisse y être acheminée.

La mise en œuvre de ce méga projet de l'adduction des eaux du Sud vers le Nord a tout juste débuté le 27 décembre 2002. Celui-ci permettra aux régions concernées de renforcer et d'étendre leurs industries et leur agriculture. Il permettra de plus d'accroître la prospérité économique, de créer de nouveaux emplois et d'améliorer les conditions de vie des populations des régions touchées par le projet. Mentionnons que comme le barrage des Trois Gorges, la construction de ce système d'adduction aura comme conséquence le déplacement de certains groupes de population.

Ce gigantesque projet illustré sur la figure 6 consiste à creuser pour les transferts d'eau du sud vers le nord trois imposants canaux de drainage : oriental, central et occidental. Il permettra la communication entre quatre fleuves soit le Yangtsé, le Huaihe, le Huanghe ou fleuve Jaune et le Haihe (Le Quotidien du peuple en ligne, 30 décembre 2002, Marie, 2002 et Ambassade de Chine, 2001).

Le canal occidental est situé à l'est. On y pompera de l'eau du fleuve Yangtsé pour l'amener vers Tianjin et Beijing en suivant l'ancien Grand canal. On entend ainsi détourner 600 m³/s du Yangtsé. À partir de la province de Hubei, on pompera de l'eau du Yangtsé pour la conduire graduellement vers le nord en suivant le canal central nouvellement construit. On prévoit le prélèvement de 1 300 m³/s d'eau.

Enfin, l'itinéraire ouest consiste quant à lui à amener de l'eau du Yangtsé vers le fleuve jaune, c'est-à-dire construire un barrage et un réservoir sur les trois rivières, soit Tongtian, Yanlong et Dadu, affluent à la limite du Quighai et du Shichuan. Il faudra creuser un tunnel viaduc, car la topographie de ces régions montagneuses rend ardue le détournement de l'eau.

Le coût du projet est énorme. On estime que la construction de ces canaux sera terminée vers le milieu du 21^e siècle et qu'il en coûtera 59 milliards de dollars US. Ce grand concept avait déjà été avancé par le président Mao Zedong le 30 octobre 1952. Il avait alors dit : « Le Sud du pays est abondant en eaux tandis que

le Nord en manque beaucoup. Si c'est possible, on pourra emprunter un peu d'eau du Sud au Nord ». Mais cette idée a disparue des préoccupations officielles au début des années 1980 pour laisser place aux débats sur le projet des Trois Gorges. Les régions qui bénéficieront le plus de ce projet sont les provinces de Hebei, Jiangsu, Shandong et Shanxi, Shaanxi, Qinghai, Ningxia, Gansu et la Mongolie intérieure. Des villes comme Beijing et Tianjin tireront un grand profit de ce nouvel apport d'eau (Quotidien du Peuple en ligne 30, décembre 2002).

Les inondations au Sud et les sécheresses au Nord sont à la base des raisons pour lesquelles l'adduction de l'eau du Yangtsé pour alimenter les régions septentrionales est si importante. Il consiste à assurer un développement harmonieux économique, social et écologique entre les deux grandes zones.

Conclusion

Le projet d'un barrage aux Trois Gorges hante les esprits chinois depuis très longtemps. Il y a maintenant presque un siècle, Sun Yat Sen, le fondateur de la République de Chine, souhaitait voir construire un barrage à cet endroit afin d'améliorer le potentiel de navigation du Yangtsé et d'assurer un meilleur usage des ressources du fleuve. Plusieurs décennies de tergiversation ont suivi et ce n'est qu'en 1959 que le projet des Trois Gorges a finalement été approuvé. Sa construction a débuté en 1993 et sa réalisation devrait être complétée en 2009. Depuis le début des années 1990, plusieurs études ont porté sur les impacts du projet et celles-ci ont montré que les retombées de la construction du barrage pouvaient être autant positives ainsi que négatives

Les retombées positives

Même s'il a fallu pratiquer la déforestation le long du fleuve Yangtsé, les experts prévoient que la vie écologique reprendra son cours habituelle et même sera améliorée. Il n'y aura plus d'inondation donc moins de pertes de vies humaines et moins de dommages matériels. De plus, grâce à la production d'hydroélectricité, il n'y aura moins de gaz à effet de serre générés en Chine.

Au point de vue social, il y a aura une baisse considérable des pertes de vies reliées aux inondations ce qui est extrêmement encourageant. Pour ce qui est des populations déplacées, certains auront la chance d'être logés dans de nouvelles habitations.

Enfin le secteur de l'économie est celui où il y a le plus de retombées positives. Un nombre important d'infrastructures destinées à l'industrie du tourisme seront édifiées. De nombreux emplois directs ou indirects seront créés et la navigation fluviale sera améliorée, ce qui permettra un plus grand achalandage de marchandises. La production d'électricité par la centrale des trois Gorges procurera une énorme quantité d'énergie, ce qui alimentera de nombreuses villes. Les régions qui étaient jadis aux prises avec de graves inondations, pourront ainsi se développer. De plus, grâce au barrage des Trois Gorges, d'autres projets

pourront être mis de l'avant comme celui de la construction de canaux pour l'adduction de l'eau du sud de la Chine vers le nord.

Les retombées négatives

Le problème majeur relié au barrage des Trois Gorges est la destruction d'habitat. De nombreuses espèces animales et végétales risquent de disparaître. C'est le cas du dauphin Baiji dont la population est déjà en déclin. De plus, les cultivateurs qui n'utilisaient jamais de pesticides pour leur récolte devront peut-être s'orienter vers cette alternative pour arriver à cultiver leur terre en perte de nutriments. Aussi, il y a les risques associés aux tremblements de terre. Quoique fortement improbable, une rupture du barrage suite à un tel cataclysme aurait des conséquences incalculables sur les villes et les populations en aval de celui-ci.

Le point de vue social comporte également des désavantages. Un grand nombre de gens qui habitaient dans des villes submergées ou à l'êtré, sont pour la plupart insatisfaits, puisqu'ils doivent être déplacés, la plupart du temps, à l'extérieur, voire même dans une autre province. Certains cultivateurs verront leurs terres et leurs maisons englouties sous l'eau. Le gouvernement leur viendra en aide mais, ils devront défricher de nouvelles terres, ce qui résultera en une attente de quelques années avant que celles-ci produisent de façon satisfaisante.

En ce qui concerne l'aspect économique, l'un des points négatifs c'est qu'il y aura probablement des pertes d'emploi dû à la fermeture de centrales thermiques, puisque celles-ci produisent de l'électricité au charbon et occasionnent trop de pollution. Par ailleurs, même si l'on prévoit un plus grand achalandage touristique certains sites archéologiques et historiques seront à tout jamais perdus au fond du fleuve Yangtsé, ce qui constitue une grande perte quant à l'histoire de la Chine.

Bibliographie

- Ambassade de Chine. (2001). Trois quais de tourisme prévus aux Trois Gorges du Yangtsé (En ligne). Disponible : www.amb-chine.fr
- Béreau, R. (2000). *La construction du barrage des Trois Gorges : conséquences spatiales et environnementales*. Mémoire de maîtrise (Université de Paris-I), Paris.
- Bethemont, J. & Bravard J-P. (2000, 11 mai). Le barrage des Trois Gorges et le problème de l'eau en Chine (En ligne). Disponible : http://www.cafe-geo.com/cafe2/article.php3?id_article=137
- Caramel, L. . (2001). 3 milliards de personnes pourraient manquer d'eau en 2025. *Le monde économie*. Le monde 13 novembre 2001.
- Daweide. (2002, 19 juillet). Barrage des Trois Gorges - Les naufragés du Yangtsé (En ligne). Disponible : <http://bethel-fr.com/china/modules/news/article.php?storyid=62>
- Grenier, J-C. & Poix, P. (1997). Le plus puissant barrage du monde. *GEO un nouveau monde : la Terre*, 224, 152-168.
- Hanly, A. K. (2000). Menacé d'extinction pour un barrage (En ligne). Disponible : <http://www.oenology.ch/scs/publications/EspeciesMenacees/No4p12.htm>
- Haller, R. (1999). Quand la folie des grandeurs met en péril des millions d'humains (En ligne). Disponible : <http://www.lecourrier.ch/essai.htm?eau/eau4.htm>
- Hinrichsen, D., Robey, B., et Upadhyay, U.D. (1998). Solutions pour un monde qui manque d'eau, *Population Reports*, Série M, No. 14, Baltimore, Johns

- Hopkins University School of Public Health, Population Information Program.
- Hayer, G., 2001, Synthèse des connaissances environnementales acquises en milieu nordiques de 1970 à 2000, Hydro-Québec, 110 p.
- Jardonnat, E. (2002). L'eau, une ressource de plus en plus rare. Le monde 10 septembre 2002.
- Lafontaine, S. (2000, juillet) Les grands chantiers du siècle : Le Barrage des Trois Gorges, en chine (En ligne). Disponible : <http://www.infrastructures.com/0700/gorges.htm>
- Le Quotidien du Peuple. (2001, 08 mars). La Chine est décidée à surmonter la pénurie d'eau (En ligne). Disponible : http://fpfre.peopledaily.com.cn/200103/08/fra20010308_45867.html
- Li, Y. (1990). Le plus ancien homme fossile en Chine et les « Trois Gorges » du Fleuve Yang Tsé Kiang. L'anthropologie, 4, 897-898.
- Marie, J. P. (2002, juillet). Deux projets d'importance majeure dans la maîtrise de l'eau en Chine : Le barrage des Trois Gorges et le transfert d'eau de la Chine centrale vers la Chine du Nord (En ligne). Disponible : [http://sources.asie.free.fr/nouveau/eau.Chine%20\(1\).doc](http://sources.asie.free.fr/nouveau/eau.Chine%20(1).doc)
- Merchez, L. & Puzin, S. (1999). Le barrage des Trois Gorges (Chine). Mappemonde, 55, 1-5.
- Nahapetian, N. (2002, 20 juin). Barrage des Trois Gorges : un chantier contesté (En ligne). Disponible : <http://www.novethic.fr/novethic/site/dossier/index.jsp?id=21784>
- People daily. (2003, 16 juin). Chine : mise en service des plus longues écluses de navigation au monde sur le fleuve Yangtsé. (En ligne). Disponible :
- People daily. (2001, 09 avril). Les travaux d'adduction d'eau du Sud au Nord (front ouest) vont créer un triple record mondial (En ligne). Disponible : http://fpfre.peopledaily.com.cn/200109/04/fra20010904_49173.html
- Population Information Program. (1998). Croissance démographique, manque d'eau (En ligne). Disponible : http://www.jhuccp.org/prf/fm14/fm14chap3_1.stm
- Sanjuan, T. (2001). Le barrage des Trois Gorges. Entre pouvoir d'Etat, gigantisme technique et incidences régionales. Hérodote, 102, 19-56.
- Shiklomanov, I. A. (2000). Appraisal and Assessment of World Water Ressources. Water International. No. 25(1), 11-32.
- Une réserve naturelle sera construite dans la région des Trois Gorges du Yangtsé (En ligne). Disponible : <http://www.china.org.cn/french/34034.htm>
- Wu, J., J. Huang, X. Han, Z. Xie et X. Goa (2003) Le plus grand ouvrage hydroélectrique du monde, une catastrophe pour les uns, un formidable laboratoire pour les autres. Le Figaro 26 mai 2003.
- Wuhan, A. P. (1997, 24 décembre). Des dauphins pris à la gorge (En ligne). Disponible : http://www.webdo.ch/hebdo/hebdo_1997/hebdo_52/barrage_52.html

DELTA INTÉRIEUR DU FLEUVE NIGER AU MALI – QUAND LA CRUE FAIT LA LOI : l'organisation humaine et le partage des ressources dans une zone inondable à fort contraste.

Marie-Laure de Noray, Sociologie et communication appliquées au développement, 4, rue Germain 34000 Montpellier, 33-4 67 02 83 03 / 33-6 16 51 86 53, courriel : mldenoray@hotmail.com

Résumé : Au Mali, entre Djenné, Mopti et Tombouctou, s'étend une vaste zone inondable : le delta intérieur du fleuve Niger. Un million de personnes vivent dans ce territoire d'environ 35 000 km². Pêcheurs, éleveurs et agriculteurs exploitent tour à tour eaux et terres pour consommer et exporter les ressources du Delta. Une organisation sociale sophistiquée assure le chassé-croisé des uns et des autres en fonction de la hauteur de la crue. Mais si le milieu bouge de façon cyclique au cours de l'année, il bouge aussi sur deux axes plus linéaires, intimement liés : celui de la dégradation du milieu naturel dû aux aléas climatiques et au fait de l'homme, celui des changements socio-économiques locaux, régionaux et mondiaux. Changements aux multiples effets sur l'équilibre homme-nature, changements auxquels l'homme doit s'adapter mais qu'il se doit aussi de limiter et de gérer.

L'article aborde l'organisation humaine 'traditionnelle' sous un angle à la fois historique et sociologique puis présente une analyse des changements naturels et humains qui s'opèrent dans le delta, et enfin situe présente les problématiques de développement et le rôle de la recherche scientifique dans l'appui à une gestion intégrée et efficace du delta dans l'avenir.

Mots-clés : Mali, Delta, Fleuve Niger, Organisation humaine. Zone humides, sociologie, écologie, gestion intégrée, ressources naturelles, recherche et développement, foncier

Abstract : In Mali, the inner Niger delta is a large, temporarily inundated wetland which covers approximately 35,000 km² between the cities of Djenne, Mopti and Tombouctou. One million people, especially fishers, cattle herders and flood recession farmers are using the delta for their subsistence or for export production. A sophisticated social organization allows each of these different user groups to exploit resources in the delta according to the flood pattern. As the environment moves through the annual flooding cycle, resource use in the delta is also influenced by two additional factors: one being the environmental degradation due to climatic events or human activities, the other linked to socioeconomic changes on the local, regional or global scale. These changes have much impact on the equilibrium between people and their environment. People must adapt to changes, but efforts are also made to both control and manage these changes. Using an historical and sociological perspective, this article describes the human organisation which characterised the main user groups in the delta. An analysis of the natural and human induced changes affecting the delta is also provided. Last, the main development issues and the role of research in supporting effective ecosystem-based management of the inner Niger delta are discussed.

Keywords : Mali, Delta, Niger river, human organization, wetlands, sociology, integrated management, natural resources, research and development, land tenure

Introduction

Le Mali, pays continental d'Afrique de l'Ouest, représente bien souvent l'archétype du pays sahélien dans l'imagerie populaire des occidentaux. Le Sahel est synonyme de sécheresse, et par ricochet de famine, de pauvreté, de grande pauvreté. Ces derniers mots ne sont pas à nier, surtout depuis les trois dernières décennies. Mais ils ne recourent qu'une partie du kaléidoscope naturel et humain que constitue ce vaste pays. On verra que l'on s'éloigne de ces clichés pour favoriser les maîtres mots : richesse

– potentiel – organisation – diversité. Même si ces mots se nuancent de bémols qui cassent en partie l'harmonie générale.

La richesse dont il est question ici a pour origine, et pour support le fleuve Niger. Et plus précisément le delta intérieur (on parle aussi de delta central) du fleuve Niger qui s'étend en une vaste zone inondable entre les villes de Djenné, Mopti et Tombouctou. Un million de personnes vivent sur ce territoire d'environ 35 000 km². Pêcheurs, éleveurs et agriculteurs exploitent tour à tour eaux et terres pour consommer et exporter les ressources du Delta.

Une organisation sociale sophistiquée assure le chassé-croisé des uns et des autres en fonction de la hauteur de la crue.



Le Delta Intérieur du fleuve Niger (photo. C. Coulon)

Mais si le milieu bouge de façon cyclique au cours de l'année, il bouge aussi sur deux axes plus linéaires, intimement liés : celui de la dégradation du milieu naturel dû aux aléas climatiques et dans une moindre mesure à une pression anthropique, celui des changements socio-économiques locaux, régionaux et mondiaux. Changements – qu'il serait restrictif d'assimiler à la 'modernisation' – aux multiples effets sur l'équilibre homme-nature. Changements auxquels l'homme doit s'adapter mais qu'il se doit aussi de limiter et de gérer.

Après avoir tracé quelques contours de ce qu'est, de manière générale, une zone d'inondation en Afrique sahélienne, nous aborderons le delta sous l'angle des relations entre l'homme et la nature et des problématiques engendrées. Il s'agit de l'homme en société, c'est-à-dire de la présence humaine organisée selon des règles et des usages qui assurent la survie et l'épanouissement de l'homme dans des sphères où physiologie, économie, philosophie, culture et spiritualité sont intimement liées. Dans un premier temps, on verra comment les gens du delta, 'traditionnellement', s'organisent pour vivre de leur environnement et pour se partager la ressource. Dans un second temps, on s'attardera sur l'adaptation des communautés et individus aux changements environnementaux et socio-économiques. On abordera enfin le rôle de la recherche scientifique dans le Delta, dans un objectif de gestion intégrée des ressources naturelles, en appui aux décideurs, usagers et intervenants du delta dans la formulation des problèmes et des recherches de solutions pour protéger tout en exploitant le mieux possible les richesses du delta.

Les zones inondables tropicales et leurs potentialités pour l'homme

Les zones inondables en milieu sahélien sont riches, complexes et fragiles. Elles constituent des écosystèmes extrêmement productifs. On retiendra parmi les multiples définitions, celle donnée par la Convention de Ramsar (instance internationale

consacrée aux zones humides dans le monde), et dans un genre plus littéraire, celle apportée par le professeur J. Ki-Zerbo, historien burkinabé (in GEPIS, 2001). La première définit les zones humides comme « des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres. » (p.5)

Pour définir plus précisément les zones humides tropicales d'origine fluviale, Joseph Ki-Zerbo dans une approche large et visuelle, dit ceci : « les plaines d'inondation constituent à travers le Sahel une réalité massive qui va des mares jalonnant les bas-fonds jusqu'aux bassins fluviaux ou lacustres. Ces écosystèmes d'envergures variées obéissent à un rythme cyclique et saisonnier qui déclenche et module la vie dans son déploiement végétal, animal et même minéral. (...) dans l'espace dépouillé du Sahel, les plaines d'inondation rappellent les oasis du désert et préludent aux espaces verts de la zone guinéenne. Et c'est justement ce caractère d'espace médian, d'interface entre plusieurs écosystèmes, mais doté abondamment de la denrée rare que constitue l'eau, qui fait des plaines d'inondation au Sahel des lieux de complexité dynamique et d'opportunités. »



Une zone inondée du delta intérieur du fleuve Niger (photo C. Coulon)

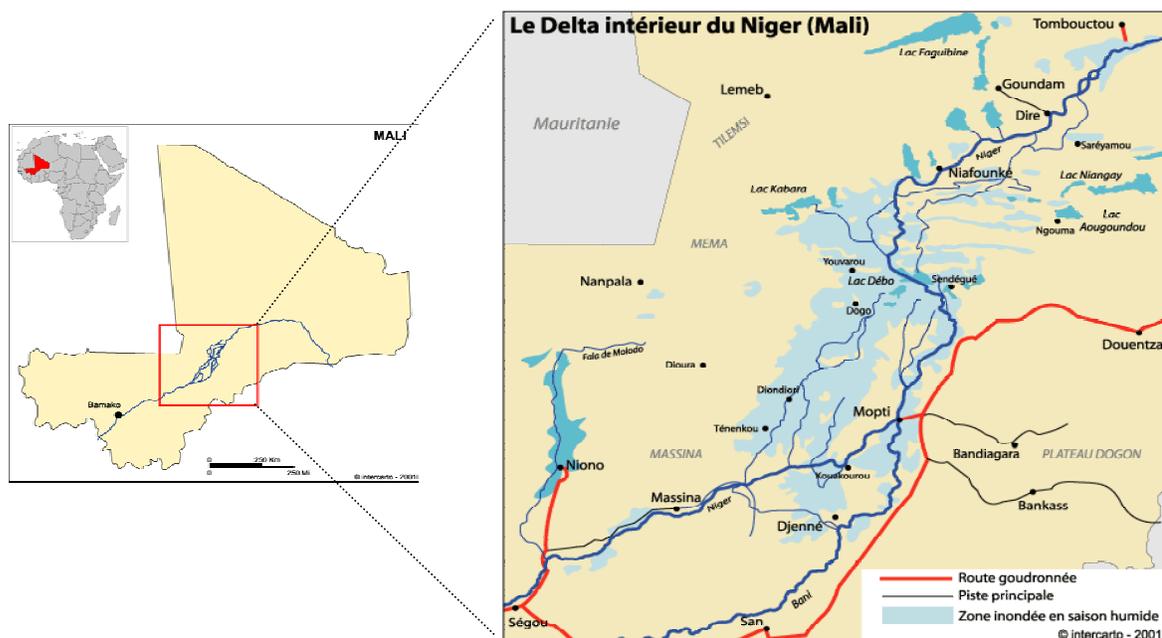


Figure 1. Le delta intérieur du fleuve Niger.

Une plaine inondable, c'est un site qui fait partie de ce qu'on appelle les zones humides. En Afrique, il existe une vingtaine de zones humides d'envergure, c'est-à-dire suffisamment conséquente en terme écologique, économique et social pour que l'état dont elle dépend et les organismes internationaux de référence s'en préoccupent*. Certaines se situent sur le littoral, il s'agit notamment de lagunes ou de mangroves, et d'autres s'étendent à l'intérieur des terres ; ce sont en général des plaines inondées par les fleuves et cours d'eau. Elles sont très riches sur le plan écologique, - faune et flore abondent -, et se caractérisent par grande biodiversité. Sur le plan de l'exploitation, on est en présence de trois systèmes de production : pêche, élevage, agriculture. Très riches aussi sur le plan humain, les populations nomades et sédentaires s'y rencontrent. S'exerce alors un chassé-croisé de pêcheurs, d'éleveurs, d'agriculteurs en fonction de la hauteur d'eau, et donc en fonction des saisons. Ainsi quand la plaine est en eau, les pêcheurs investissent les lieux. Quand l'eau se retire, viennent alors aux mêmes endroits les éleveurs transhumants, d'ethnie peule pour la plupart. Enfin, sur les îlots

* : Pour citer quelques zones inondables en Afrique, on peut évoquer la plaine inondable du fleuve Logone au Nord-Cameroun (Waza-Logone), la vallée du Sénégal (écologiquement, très dégradée), la vallée de la Tana (Afrique de l'Est), certaines parties du Zambèze, notamment le haut Zambèze en Zambie (Barotse floodplain). En définitive, on pourrait citer toutes les plaines d'inondation de fleuves tropicaux soumis à une forte saison des pluies dans la partie haute du bassin.

de terre ou en bordure de la zone inondable, on trouve quelques villages installés par des sédentaires.

Le delta intérieur du fleuve Niger : la crue et l'Homme

Le delta intérieur du fleuve Niger (figure 1) constitue un cas fortement exemplaire. D'une surface de 40 000 hectares en inondation maximale c'est la plus vaste zone humide d'Afrique. D'autant plus particulière qu'elle fonctionne encore de manière très naturelle. Entendons par là que ce delta a été, jusqu'à présent, très peu aménagé par l'homme et que son fonctionnement hydrologique est encore très naturel. En effet, le site n'a pas – ou peu – subi de modifications notables par la construction d'ouvrages ou par des aménagements, dont la vocation serait de maîtriser la hauteur du fleuve Niger et la superficie d'inondation par le déclenchement de crues artificielles.

Les recherches hydrologiques récentes montrent cependant que le site subit plus fortement qu'il n'y paraissait les effets du barrage de Sélingué, situé bien en amont (environ à 600 km de l'entrée du delta). Le cas est exemplaire aussi pour des raisons démographiques. Le delta est une zone suffisamment peuplée - par l'homme et par une faune des plus variées - pour que l'observateur puisse en tirer des leçons sur les réalités complexes du lien homme-nature dans une région au milieu changeant.

Histoire de l'organisation humaine

La présence de l'homme dans le delta n'est pas récente à en croire ces peintures rupestres découvertes dans les années 80 dans le site nommé Aire Soroba, dans la région dite des lacs centraux. On y voit des hommes, des bovins, des poissons, des scènes de chasse (à l'autruche, notamment) ainsi que des pirogues emplies d'hommes et de harpons. Ce qui laisse à penser que ces activités productives sont inhérentes depuis toujours à la présence de l'homme dans la région. Mais hormis la découverte des grottes portant ces traces, peu de recherches ont été entreprises à ce jour pour définir plus précisément les contours de la vie humaine dans le delta à l'époque du néolithique et lors des premiers siècles de notre ère ; la datation de ces peintures rupestres telle qu'elle est permise à ce jour inscrit leur réalisation autour des V^{ième}, VII^{ième} ou VIII^{ième} siècle.

On peut avancer que depuis l'indatable nuit des temps, le delta est parcouru par des groupes d'éleveurs nomades ou plus précisément pour la plupart, transhumants, la différence se situant dans l'existence d'un point d'ancrage, village ou hameau à forte référence historique et culturelle, que l'on rejoint épisodiquement (au maximum, une fois l'an, mais selon les distances à parcourir pour assurer aux troupeaux un pâturage convenable, les Peuls transhumants peuvent passer plusieurs années sans revenir à leur point d'origine.. Depuis le IX^{ième} siècle, les villes de Djenné et Tombouctou, villes phares situées aux portes du delta, regroupent une population sédentaire et attirent de nombreux voyageurs, commerçants, intellectuels, porteurs de culture et de spiritualité.

Le delta et ses villes s'imposent tout au long du Moyen Âge comme lieu de carrefour entre le Maghreb et l'Afrique noire. L'Islam s'y installe et rayonne à Tombouctou, Djenné ou encore Hamdallaye (ville aujourd'hui disparue), les universités et médersas (collèges coraniques) attirent des milliers d'étudiants et de professeurs. Moins connue est l'existence de ces communautés juives, venues d'Espagne andalouse, région qui tisse alors des liens intellectuels avec Tombouctou, qui s'installèrent au XIV^{ème} siècle dans la ville sainte de Tombouctou (Haïdara, 1998). Une preuve de plus de l'interculturalité des lieux.

À l'intérieur du delta, en milieu rural, la vie humaine s'organise et se gère en fonction des saisons, elles-mêmes déterminées localement par le rythme de la crue annuelle. Dans le delta, l'homme est subordonné à la nature est aux caprices de l'eau. L'eau, par sa présence, son absence et les multiples degrés de son niveau, dicte à la société ses règles de vie, son code du savoir-vivre-ensemble. Ici, le terroir se partage selon une répartition qui donne autant d'importance au temps qu'à l'espace (Poncet, 2000). Autour d'un même point géographique s'alternent période de pêche avec comme exploitants principaux les Bozos (communauté ethno-professionnelle entièrement tournée vers l'exploitation du fleuve), et période de pâturage pendant laquelle les lieux sont investis par les Peul, ethnie présente dans toute

l'Afrique de l'Ouest dont la spécialité est l'élevage selon un mode de vie favorisant nomadisme et transhumance. À moyen terme l'espace peut être cultivé par les uns et par les autres, ou encore par les Marka, installés dans des villages exondés. Dans le delta, on produit essentiellement du riz rouge (*oryza glaberrima*), une espèce traditionnelle de riz flottant.

Pour se répartir sans heurts l'exploitation des ressources en fonction du temps et de l'espace depuis bien longtemps, éleveurs et pêcheurs ont confié aux 'maîtres des terres' (ou 'dioro', en langue peule) et aux 'maîtres des eaux' (titre bozo) et à leurs différents ministères, le soin d'ériger des règles et des arrêtés saisonniers et de les faire respecter, à tour de rôle, au rythme de l'eau. L'enjeu est important, il s'agit d'assurer la paix sociale, l'harmonie entre l'homme et la nature et la régénération des ressources et des sols. Les règles et les arrêtés permettent entre autres d'éviter les pillages anarchiques des lieux de ponte ou de frayage des poissons, par exemple ou de veiller à une répartition équitable des meilleurs pâturages, d'une année sur l'autre. La Dina, sorte de constitution imposée dans toute la région du delta, par le chef musulman Cheik Amadou, au 19^e siècle (à partir de 1818), a régi avec précision l'organisation des pouvoirs.

L'organisation humaine -sociale, économique et politique- tend toute entière vers une recherche d'équilibre entre l'homme et la nature, et non pas vers la recherche sans concession d'agrandissement de son territoire. Ce respect est la condition sine qua non de la présence de l'homme dans cette zone où l'eau, la crue du fleuve, décide de la praticabilité et de l'exploitation des lieux. La gestion des conflits est une des caractéristiques principales de la vie sociale du delta (Barrière, 2002), d'où une répartition des pouvoirs à la fois complexe et rigide. Sophistiqué pourrait-on dire. Car ici la notion d'espace territorial est bien plus compliquée que dans une région écologiquement stable, occupée par des sédentaires. D'autant plus complexe que le pouvoir moderne, centralisé autour d'un état-nation, impose et superpose d'autres prérogatives et hiérarchies. Rappelons, que cette organisation actuelle des pouvoirs a été précédée par un système hautement 'administratisé' mis en place par le colonisateur (la France). Le pouvoir colonial, vu la complexité de l'organisation traditionnelle des pouvoirs dans le delta, s'est assez peu imposé dans la zone et n'a drainé que très peu de nouveautés. Les grands changements étant intervenus lors des siècles précédents avec l'arrivée de l'islam, et plus particulièrement à son apogée, sous Cheikh Amadou.

L'organisation de la production

En fonction de ses caractéristiques de zone inondable, le delta intérieur du fleuve Niger a vu se développer une activité humaine calée sur le rythme de la crue. Activité organisée autour des trois systèmes de production : pêche, élevage, agriculture. Pêche quand l'eau est présente, agriculture et élevage quand l'eau se retire et fait place à des sols fertiles et longtemps humides. Un changement d'activité qui entraîne un roulement de groupes

ethnoprofessionnels, chacun spécialisé dans l'exploitation d'une ressource.

Les modes de vie dans le delta relèvent d'un souci prioritairement écologique. L'organisation humaine est volontairement soumise aux aléas du fleuve. Cela répond plus à une nécessité qu'à un choix politique ou culturel. La présence de l'homme est conditionnée au respect et à la soumission qu'il témoigne à la nature et à ses fonctionnements, il en est bien conscient, et c'est peut-être cette philosophie qui fait le lien entre les individus et les sociétés du delta, aussi plurielles soient-ils.

Le cas de Walado, une illustration de l'organisation autour de l'activité « pêche »¹

L'exemple de Walado-daga – le mot daga, en langue bozo signifiant campement – est riche d'enseignement en ce qui concerne l'organisation de la population. On y voit comment les pêcheurs, à partir d'une organisation performante et efficiente, excellent dans l'exploitation de la crue annuelle.

En hautes eaux, Walado est un village comme les autres. Une cinquantaine de concessions familiales se répartissent autour de ruelles à peine plus larges qu'une carrure de pêcheur. Un village que l'homme a gagné sur les eaux, en charriant du banco. Un village bien bozo, avec ses filets pendus, jetés, étalés, sa petite mosquée en forme d'obus à moitié fondue.

Mais à la décrue, c'est la métamorphose. Sur les rives du Diaka, Walado déroule alors deux longs rubans de terre que viennent investir des migrants pêcheurs. Ils sont des milliers à s'installer côte à côte sur ces kilomètres de berges que l'on nomme Walado-daga. Une ville éphémère qui grandit, puis décline au rythme de l'eau, au rythme du poisson. Et finit engloutie. Une ville ouvrière où le temps est compté ; on y vient pour pêcher et non pas pour rêver. On produit là ce qui fera l'année entière. Plus on se donne à Walado, moins la vie est dure entre deux campagnes. Une ville minière : dans une même et immense carrière d'eau, chacun cherche sa part. Les fonds sont prospères, mais à force d'être partagée, la ressource s'épuise. Une ville qui connaît ses balises, ses règles, ses interdits. Où la vie s'organise selon une hiérarchie. Walado-daga a six quartiers bien délimités. Chacun d'eux correspond à une aire d'origine. L'ensemble du campement a son responsable. Bréhima Sinayogo, lui-même chef du quartier des ressortissants de Pondori, près de Djenné, occupe cette fonction depuis une trentaine d'années. Son rôle consiste en premier lieu à représenter la population du campement devant l'administration et plus précisément devant le percepteur. Il est aussi le porte-parole du campement devant le village autochtone de Walado. Pour tout ce qui concerne la pêche, c'est-à-dire l'essentiel, les décisions émanent en premier et dernier ressort du maître des

eaux de Walado. C'est lui que les saisonniers viennent saluer en premier, et c'est auprès de lui qu'ils s'enquêtent des recommandations, des mises en garde et interdictions pour toute la saison. Une inscription en quelque sorte, où l'on s'engage moralement et devant la communauté à respecter les usages des hôtes ; la contribution est faible comparée à l'intérêt des lieux. A Walado, les eaux sont si fertiles que les migrants restent aisément jusqu'en juillet. Ils cohabitent alors pendant plusieurs mois avec les éleveurs, attirés eux aussi par ces lieux que la nature a si bien dotés. Une fois inscrite, la famille organise son lieu de vie : on dresse les cases en paille, on creuse dans le sol un espace protégé qui servira de cuisine. Enfin, les mieux équipés hissent une perche de bambou surmontée d'une antenne. Une fois installé, chacun vaque à ses occupations. On sort les nouveaux filets, on prépare les engins de pêche, on compare les prix, les origines, les qualités. Cette année, on penche plutôt pour le fil coréen, plus abordable que le japonais. Les faiseurs de plombs démontent les batteries récupérées pour l'occasion, fondent à même le feu les barrettes de métal et versent à la cuillère le liquide gris dans des trous creusés au bâtonnet dans une bassine de terre compactée. Ne pas oublier la paille de mil, laquelle une fois enlevée permettra de passer le fil. L'opération est délicate, elle demande une certaine dextérité.



Marché aux poissons dans le Delta intérieur du fleuve Niger (photo : G. Coulon)

En attendant le poisson, les femmes préparent les fumoirs : de larges grilles posées au-dessus d'un feu entretenu et maîtrisé pour régler la fumée.

A Walado, on ne récolte pas n'importe comment. Ici, les règles de pêche inspirent encore le respect. Pour assurer une reproduction décente, on interdit aux pêcheurs de prendre des poissons trop jeunes. Il ne s'agit pas de vérifier les prises après chaque sortie de pêche, mais d'imposer quelques règles sur le choix des filets et des techniques. On interdit les mailles trop fines ainsi que les grands filets, tels qu'éperviers ou sennes. Des garde-fous de bon aloi qui n'altèrent pas l'intense activité du campement. De jour comme de nuit, le poisson est débarqué, trié. Vendu frais, au cours du jour imposé, aux collecteurs venus

¹ Cette section sur Walado est une reprise du texte intitulé 'Faubourg bozo' paru dans l'ouvrage illustré 'Delta' (Noray coll., 2000), p.26 et suite.

spécialement de Mopti en pirogue à moteur, ou bien traité en vue d'être séché ou fumé. On en réserve aussi à la famille, pour la consommation du jour. Ici, on a toujours un poisson à la main. Les enfants grignotent la chair fumée à longueur de journée, et la préfèrent aux beignets.

Ce faubourg est une vraie fourmilière. Il y règne pourtant une indicible nonchalance. La vie court sans trop de heurts, l'ambiance est conviviale. D'ailleurs, on ne néglige pas les temps de loisirs entre les efforts. Dès que la nuit tombe, les experts en modernisme s'évertuent à régler les vieux écrans de télévision pour offrir aux dizaines de regards absorbés les images de la capitale ; on commence par le journal télévisé, puis on enchaîne par Top Etoile ou autres variétés qui donnent quelques nouvelles idées pour les samedis soirs. Au campement de Walado, on est assez nombreux pour se divertir, alors on organise des bals et des concerts, on sort les balafons et les sonos à piles. On invite les jeunes du village, les sédentaires qui n'attendent que ça. On peut aussi se retrouver au cinéma : salle en plein air aux murs de paille où se joue sur un drap blanc des Rambo et des drames sentimentaux. Quand l'eau vient à monter, le campement à nouveau s'amenuise. On repart en convoi au village natal. Repos, champ et pêche occuperont les journées, jusqu'au prochain retour.

Les changements, l'adaptation aux changements et le développement.

Quand l'environnement se fait plus rude...

Si l'homme, contrairement à d'autres zones riveraines du fleuve Niger, est peu intervenu par de grands aménagements (comme dans la zone dite de l'Office du Niger, plus en amont, au sud-ouest) l'environnement a quand même subi, ces dernières décennies, des modifications. On pense dans un premier lieu, au climat. Avec la grande sécheresse qui a sévi dans tout le Sahel à partir de 1974 et qui s'est installée de façon récurrente dans les années 80, l'équilibre qui assure le renouvellement des ressources s'est vu sérieusement bousculé. On constate que depuis cette époque, il y a moins d'eau dans le delta. La crue dure moins longtemps, l'eau monte moins haut et se retire plus rapidement qu'avant. L'inondation couvre donc une superficie moindre de sol cultivable ou pâturable. En terme hydrologique et climatologique, cette tendance s'annoncerait inexorable, même si ponctuellement le fleuve réserve quelques surprises. L'année 1994, par exemple, a connu un niveau de crue exceptionnellement haut, à la surprise des habitants du delta. Beaucoup d'inondations, et avec elles, des récoltes perdues, du bétail noyé, des villages détruits, et une épidémie de choléra qui a tué, dans un silence médiatique, plusieurs centaines de personnes, en premier lieu des enfants.

Le niveau des basses eaux, en saison sèche, est artificiellement maintenu par des lâchers depuis le barrage de Sélingué, en amont de Bamako, à quelque six cents kilomètres de l'entrée du

delta, vers Djenné. Ce barrage assure la fourniture d'électricité de la capitale, depuis 1981. Sans ces lâchers, le fleuve aurait très probablement été à sec plusieurs fois durant les années 80 et 90. La vigueur de la saison des pluies en amont, au sud de la zone sahélo-soudanienne est sans doute la principale raison de cette forte crue, qui n'a pas eu, depuis d'équivalent dans le delta.

Les hommes ont dû s'adapter et, si l'on s'en réfère tant à leur comportement qu'à leur discours (Noray et Coulon, 2000), comprennent peu à peu que l'équilibre garant d'harmonie et de bien-être est bel et bien précaire. Moins d'eau moins longtemps, cela veut dire moins de lieux de pêche, mais aussi moins de terres arrosées qui donnent de bons pâturages et de des bons sols à cultiver. Pour survivre sans avoir à quitter le delta, les uns et les autres ont opté pour la diversification. Les pêcheurs parallèlement se mettent à cultiver, irriguant là où, avant, ils trouvaient de l'eau naturellement. Le petit élevage s'est bien développé. Chèvres, moutons, volailles, assurent de quoi enrichir le plat de riz ou de mil quand la carpe, le silure ou mieux : le gras et savoureux capitaine viennent à manquer. Un bon nombre de villageois ou nomades ont opté pour la ville et ses multiples métiers. Ils y vont quelques mois, entre deux saisons de pêche. Aujourd'hui, le thème de la diversification est à l'ordre du jour de bon nombre de réunions villageoises, quelles soient animées ou non par des associations d'aide au développement. Ce qui fournit un beau sujet pour les sporadiques conflits de génération.

Les difficultés de vie des uns et des autres donnent lieu à plus de conflits. Conflits de terres et d'eaux quand les troupeaux arrivent trop tôt, pataugent dans les mares et cassent les filets de pêche. Entre droit coutumier et droit moderne, celui des codes foncier ou civil érigés par la Nation, il est bien difficile pour le juge de choisir (voir plus bas section sur le portrait et témoignage d'un magistrat du delta). On assiste à une superposition du droit malien et des droits coutumiers qui eux-mêmes sont souvent en désaccord. S'y ajoutent de nouveaux problèmes de droit lié aux changements, à de nouvelles pratiques culturelles, par exemple. Se pose la question – et dans un moyen terme, la nécessité – de se doter d'un droit plus adapté, qu'il reste à inventer (Barrière, 2002).

Quand les besoins de l'homme augmentent

Il n'y a pas que le climat et l'environnement naturel qui changent, les aspirations humaines elles aussi évoluent et s'adaptent aux nouveaux besoins. Besoin d'argent pour payer des filets de pêche plus performants, pour acheter les semences, les engrais, pour s'offrir un poste de radio, et peut-être même une télévision. Un toit en tôle, et surtout, un moteur qu'il soit sur roue ou sur pirogue. Le transport des biens et d'hommes va bon train. Les éleveurs nomades sont moins enclins à dépenser dans ce que la modernité fait miroiter. Ils préfèrent avant tout acheter des têtes de bétail, le seul patrimoine qui vaille pour assurer un héritage à la descendance.



La saison sèche dans le delta intérieur du Fleuve Niger (photo : C. Coulon)

Chez les Peul éleveurs, une chose change cependant profondément : on voit de plus en plus souvent des transhumants non-proprétaires des troupeaux avec lesquels ils vivent. Les propriétaires sont de grands commerçants des villes, investissant dans un troupeau pour des raisons aussi diverses que le prestige, l'éloignement du placement, la tradition retrouvée lorsqu'il s'agit de personnes ayant des origines dans la région. Beaucoup de bergers-éleveurs-proprétaires se sont vus obligés de vendre ce qui leur restait de leurs troupeaux décimés par la sécheresse parce qu'ils ne pouvaient assurer leur survie avec si peu d'actifs. Ils ne quittent pas pour autant 'leurs' vaches, celles qui ne leur appartiennent plus.

Le tourisme compte lui aussi parmi les nouvelles voies d'exploitation du delta. On l'a dit plus haut, la présence de voyageurs dans le delta est une réalité très ancienne. Aujourd'hui, c'est à travers le tourisme que cette présence se manifeste. Le delta, de par la beauté naturelle et majestueuse de ses lieux, de par sa profusion d'oiseaux et sa riche diversité culturelle, et sa proximité du pays Dogon, haut lieu touristique du Mali a des atouts pour le développement d'un écotourisme. Des initiatives privées se multiplient et les associations locales commencent à réfléchir à une exploitation autogérée de cette ressource. Il est trop tôt pour en capter de réels résultats, mais quelques indices montrent un développement relatif. Sur le port de Mopti, par exemple, on constate que le nombre de pinasses de transport réaménagées pour de petits groupes de touristes, est en pleine croissance depuis environ cinq ans (de trois ou quatre cas isolés, on passe aujourd'hui à un parc de plusieurs dizaines). Les infrastructures d'accueil (campements, hôtels, etc.) ne se développent en revanche que très lentement.

Portrait et témoignage d'un magistrat du delta : une illustration de la complexité de la gestion foncière dans le contexte actuel¹.

« Que dois-je faire ? Appliquer le droit coutumier et aller à l'encontre de mes principes, ou bien m'en remettre aux textes de loi, c'est-à-dire à moi-même puisque, en matière de foncier, le juge est livré à lui-même. De toute façon, la loi elle-même me renvoie au droit coutumier. Le problème est de savoir en quoi peut consister la règle coutumière applicable à ce cas précis. Le propre de la coutume, c'est l'oralité. La règle change en fonction de l'ethnie, de la localité et bien souvent en fonction de critères impossibles à appréhender de l'extérieur. Dans ces conditions, il est impossible d'avoir une jurisprudence fiable. Je plonge encore une fois dans le code domanial et foncier. Je n'ai pas rêvé : à part l'article 127 qui m'indique que « les terres non immatriculées détenues en vertu des droits coutumiers font partie du domaine privé de l'Etat », je ne vois rien d'autre à mettre dans la balance. Allez expliquer au paysan du delta que ses terres ne lui appartiennent pas puisqu'il n'a pas de matricule. Il vous rira au nez, vous traitera de faux frère. Ici, on ne fait pas immatriculer ses terres, parce qu'on ne sait pas qu'il faut le faire, parce que de toute façon la démarche est trop compliquée et qu'en plus on est déjà propriétaire ou utilisateur, devant les siens, devant les anciens, et devant Dieu. Voilà. »

Etre président du tribunal à Mopti n'est pas une sinécure. Mais Sékou Koné n'en est pas à sa première difficulté. C'est lui qu'on avait envoyé à Goundam, ville du nord du delta, pour remplacer au pied levé le juge assassiné. C'était en 1992, pendant la

¹ Cette section est une reprise du texte intitulé 'Le juge, les hommes et la terre' paru dans l'ouvrage illustré 'Delta' (cité plus haut), p.32 et suite.

rébellion. Là-bas, il risquait sa vie ; ici, au pire, c'est-à-dire chaque jour, il voit ses décisions allègrement détournées, ignorées. Rien de vraiment terrible. D'autant plus qu'il ne croit qu'à moitié à tout ça. Trop de lacunes dans ce droit foncier moderne, trop de distance avec les réalités du delta, trop de confiance dans le droit coutumier. Il y a bien des assesseurs de différents bords sensés maîtriser les coutumes foncières. Encore faut-il qu'ils se présentent, et le cas échéant que leurs compétences correspondent au conflit en question. Il faut dire que l'indemnité est bien peu motivante pour ces fonctionnaires en retraite, plutôt notables, choisis par le délégué du gouvernement [nouveau titre du commandant de cercle].

Venons-en à l'affaire du jour. L'affaire « Sambourou-Tié-Tamboura et autres, contre Ousmane Sidibé ». Très compliquée, comme toujours. L'histoire a commencé il y a vingt ans, près de Sarémala, à une vingtaine de kilomètres au sud de Mopti. Le terroir de Waldou avait fait alors l'objet d'un litige entre ces deux familles : l'une d'agriculteurs, l'autre d'éleveurs. C'est le commandant de cercle qui avait alors tranché : les uns auront le Nord, les autres le Sud. Les années passent. Les agriculteurs continuent à gérer l'espace puisque, de toute façon, les Sidibé, éleveurs peuls comme l'indique leur patronyme, ne sont presque jamais sur leurs terres. Les requérants sont des Rimaïbé, agriculteurs de métier.

En 1995, les choses s'enveniment, le dossier s'alourdirait de coups et de blessures, et même d'un assassinat. Le tribunal saisi rappelle que la décision du commandant de cercle avait été considérée comme définitive, la cour d'appel alors sollicitée avait confirmé. Mais les parties ne sont pas plus avancées en ce qui concerne la zone centrale du terroir : la répartition Nord-Sud si bien confirmée n'avait en effet jamais précisé où finissait le Nord et où commençait le Sud...

« Le problème aujourd'hui est de savoir si l'endroit du litige fait partie de Waldou Nord ou de Waldou Sud. En général, je ne laisse pas les parties s'égarer dans de tels méandres. Mais aujourd'hui le conflit concerne quatre ou cinq nouvelles plaines à exploiter. Je me suis rendu sur le terrain, j'ai fait tracer des cartes. Et maintenant je ne sais pas quoi faire de l'avis des techniciens... »

En fait, l'avis n'a rien de technique : il rappelle que le droit coutumier lègue les terres aux Peuls, et ne donne qu'un droit d'usage à ceux qui sont sur place. La balance penche donc du côté Sidibé.

Mais le juge travaille en grand angle. Les Sidibé n'ont jamais habité la zone en question. Ce sont les Rimaïbé, ces hommes de caste qu'on appelle encore les anciens esclaves, qui revendiquent la terre. Une terre assez riche pour donner aux Sidibé l'envie de la récupérer. Esclaves ou métayers, qu'importe. Ce sont les Rimaïbé qui l'ont retournée, qui l'ont travaillée. Ils la vivent et

vivent d'elle depuis toujours. Aujourd'hui ils ont décidé pour de bon qu'ils ne la rendraient pas.

Comment statuer ? Il faut trouver un compromis. Essayer de ne pas saper le labeur des uns, sans pour autant exproprier les autres... Aménager peut-être un droit d'occupation et d'usage. Faire pour le mieux. Oui, mais comment ?

Sékou Koné n'est ni peul, ni rimaïbé, ni bozo. Il n'est pas du delta. Il est sénoufo et vient du Sud, de Lougouani exactement, village situé à plus de cinq cents kilomètres de Mopti. Il reste quelques jours pour emplir la balance. En attendant jeudi, jour où l'affaire, parmi tant d'autres, sera présentée en audience ordinaire, le Président Koné pourra toujours rêver de champs carrés bien clôturés.

L'avenir du delta : les questions de recherche et de développement

Par bien des côtés, le delta est un pays de cocagne au milieu du Sahel. Par bien des côtés aussi, il apparaît fragile et dépendant de ce que l'homme veut bien en faire. Parce qu'aujourd'hui, l'être humain a la capacité technique d'aménager le site, de modifier les mouvements de l'eau, la mécanique presque magique du fleuve. Beaucoup d'autres sites ont été ainsi transformés pour des cultures intensives de riz ou pour une production électrique.

Depuis les années 60, chercheurs et techniciens se sont investis dans cette région d'eau, véritable laboratoire pour les sciences de l'eau, les sciences de la vie végétale et animale, ainsi que pour les sciences humaines. Des années de recherche d'abord par discipline puis dans une démarche pluridisciplinaire qui répond à la nécessité de mener ce que l'on appelle une gestion intégrée des ressources naturelles. La modélisation intégrée du delta et sa présentation sous forme de maquette informatique (conçue par l'IRD- Institut français de recherche pour le développement, en 1999 et 2000) traduit une volonté de synthèse et de restitution scientifique de la part des chercheurs maliens et étrangers, mais aussi la prise en compte de l'importance de la recherche pour aider décideurs et usagers à prendre les bonnes options de développement. Se posent aujourd'hui de grandes questions sur le devenir du delta. Ces questions font l'objet depuis plusieurs années de concertation entre organismes publics et privés, locaux, nationaux et internationaux. Faut-il l'aménager, en privilégiant une exploitation intensive mais restrictive de ses ressources, du riz en l'occurrence ? Faut-il se contenter de mesures écologiques, sites par sites, pour appuyer ou restaurer ça et là les fonctionnements naturels de cette zone d'inondation ? Des interrogations cruciales pour l'avenir du delta. A une échelle de temps plus réduite, décideurs, chercheurs et exploitants du delta sont de plus en plus amenés à se concerter pour poser les questions les plus pertinentes, et tenter ensemble d'y répondre. Comment observer et analyser le partage effectif de la ressource entre les différents usagers ? Comment gérer l'étiage pour assurer le maintien minimum de ressource nécessaire à certaines

activités ? Comment réguler le volume d'eau disponible ? Comment prévenir ou parer les problèmes de pollution, de qualité d'eau, de nuisibles, de salinisation des sols, d'ensablement ? Peut-on prévenir et gérer les éventuelles catastrophes naturelles et leurs répercussions sur les villes riveraines de plus en plus peuplées ? Les questions sont innombrables et les réponses doivent tenir compte d'intérêts multiples et parfois contradictoires. Mais le jeu en vaut la chandelle, car le delta, de par la diversité et la complémentarité de ses ressources, peut contribuer massivement à l'autonomie alimentaire du Mali.

Bibliographie

- BARRIERE Olivier, BARRIERE Catherine « Un droit à inventer. Foncier et environnement dans le delta intérieur du Niger (Mali) » Ed. IRD, Paris 2002
- GEPIS – Groupe d'experts sur les plaines d'inondation sahéliennes « Vers une gestion durable des plaines d'inondation sahéliennes » UICN –Bureau d'Afrique de l'Ouest, CH-Gland, 2000.
- H Aidara Ismaël « L'histoire des Juifs de Tombouctou au XVIème siècle » Ed. Donniya, Bamako, 1998.
- NORAY (de) Marie-Laure, COULON Gilles, ss dir° de ORANGE Didier « Delta. Vivre et travailler dans le Delta intérieur du fleuve Niger au Mali » Ed. IRD (France) et Donniya (Mali). 2000.
- ORANGE Didier & alt. « Gestion intégrée des ressources naturelles en zones inondables tropicales » éditions IRD, coll. 'Colloques et séminaires' Paris 2002
- PIROT Jean-Yves, MEYNELL P., ELDER D. « Ecosystem management. Lessons from around the world. A guide for development and conservation practitioners. » UICN, CH-Gland, 2000.
- PONCET Yveline, « Les temps du Sahel ». Editions IRD, Paris 2000.

CHANGEMENTS ENVIRONNEMENTAUX, DÉRIVES ECOLOGIQUES ET PERSPECTIVES DE RESTAURATION DU RHÔNE FRANÇAIS : bilan de 200 ans d'influences anthropiques.

Par Jean-François Fruget , ARALEP – Ecologie des Eaux Douces, Domaine Scientifique de la Doua, Bât. CEI, BP 2132, 69603 Villeurbanne cedex, France, Tél. : + 33 (0)4 78 93 96 33 -
Courriel : fruget@aralep.com - <http://www.aralep.com>

Résumé : L'histoire des écosystèmes fluviaux du Rhône français au cours des derniers siècles peut se résumer en trois phases principales. Au cours de celles-ci, les impacts anthropiques, directs et indirects, sont allés croissants. En l'espace d'un siècle environ, le cours d'eau est passé d'un style géomorphologique tressé à une succession de biefs aménagés. Une revue bibliographique de la composition actuelle, des changements survenus et du potentiel de restauration des communautés animales et végétales de la plaine alluviale du Rhône français a récemment été établie. Elle a permis de recenser près de 3800 espèces animales et végétales : 1039 invertébrés, 312 vertébrés, 395 algues, 2050 plantes supérieures. Les descripteurs biologiques montrent une diminution de la diversité biologique avec la baisse de la diversité morphologique et de la connectivité de l'hydrosystème régulé à la suite des interventions anthropiques qui se sont succédées. Si la place accordée à la nature dans le fonctionnement socio-économique de la vallée du Rhône s'accroît progressivement, l'avenir des milieux naturels rhodaniens demeure encore incertain. Toutefois, quelques outils réglementaires récents, principalement sur l'initiative de l'Etat et des associations, laissent espérer une évolution physique et écologique positive du fleuve. Une politique de protection et de restauration des milieux se met ainsi progressivement en place.

Mots clés : fleuve régulé, biodiversité, gestion écologique, faune aquatique, restauration, Rhône.

Abstract : Three main periods described the history of fluvial ecosystems of the French Rhône River during the last centuries. Direct and indirect human impacts increased during this evolution. In approximately one century, the river passed from a braided state to a series of impounded reaches. A bibliographic review concerning the current composition, the changes, and the possible restoration of the fauna and flora communities of the floodplain of the French Rhône River was recently presented. About 300 references allowed to record nearly 3820 animal and plant species: 1052 invertebrates, 322 vertebrates, 395 algae, 2050 higher plants. The biological descriptors showed a decrease in biological diversity with the decrease of the morphological diversity and of the connectivity of the regulated hydrosystem generated by continuous anthropic interference for more than one century. The future of natural areas of the Lower Rhône is quite uncertain despite the increasing place of the nature in the socio-economical functioning of the valley. However, some recent legal tools, mainly initiated by the State and associations, let us expect a positive physical and ecological evolution of the river. A decennial programme of hydraulic and ecological restoration of the Rhône has just been launched.

Key words : regulated river, biodiversity, ecological management, aquatic fauna, restoration, Rhône River.

Introduction

La vallée du Rhône, en particulier en aval de Lyon, constitue un axe historique majeur d'échanges Nord-Sud et de développement économique pour la France. Soumis de ce fait à une très forte pression d'usages (près de 9 millions d'habitants sur le bassin versant français, et environ 3 millions d'habitants riverains), il en résulte une très forte accumulation d'agglomérations, de voies de communication, d'industries. Le fleuve lui-même représente un symbole de l'utilisation extrême d'un cours d'eau. Jusqu'ici entièrement tournés vers le développement économique, les acteurs de l'aménagement ont longtemps considéré les milieux naturels comme des espaces à conquérir. Ainsi, au cours des 200

dernières années, les activités humaines ont profondément changé le Rhône entre Lyon et la Camargue, mais aussi entre le lac Léman et Lyon. Des digues ont été construites au début des années 1800 afin de protéger les riverains contre les crues. Une seconde série d'endiguements fut ensuite érigée à partir de la seconde moitié du 19^{ième} siècle afin d'améliorer les conditions de navigation. Enfin, ce fut la construction d'aménagements avec dérivations et la canalisation contemporaine du fleuve par la Compagnie Nationale du Rhône (CNR), destinée à la production hydroélectrique, au développement de la navigation et de l'agriculture irriguée (Figure 1). L'eau du Rhône est également utilisée comme source de refroidissement de plusieurs centrales thermiques et nucléaires. Parallèlement, l'extension de villes

telles que Lyon, Valence, Avignon et la présence d'importants complexes pétrochimiques, en particulier à l'aval de Lyon, ont fortement altéré la qualité de l'eau (Fruget, 1992).

Depuis quelques années, un certain renversement de tendance semble s'amorcer. Dans un premier temps, quelques sites ont été préservés pour leur intérêt écologique ou paysager ; la prise en compte du patrimoine naturel, de sectorielle, tend à devenir l'un des éléments d'une politique plus globale de gestion de l'espace alluvial. Ainsi, au moment où un plan décennal de restauration devient peu à peu opérationnel, il nous est apparu opportun de d'établir un bilan de l'état écologique présent et de se projeter vers l'avenir. En effet, si depuis la fin des années 1970 le Rhône français a fait l'objet de nombreuses études dans le cadre de recherches pluridisciplinaires au sein des universités de Lyon (Programme PIREN Rhône en particulier ; Roux *et al.*, 1982), ou bien d'études d'impact et de suivis biologiques des différents types d'aménagements contemporains (barrages et centrales électro-nucléaires essentiellement, cf par exemple Dessaix *et al.*, 1995 ; Fruget *et al.*, 1999), les travaux disponibles n'abordent souvent les problèmes que sous des aspects particuliers et sur des secteurs géographiquement limités. On peut toutefois mentionner quelques essais de synthèse comme les travaux de l'Agence de Bassin RMC (1988), de Fruget (1989), ou encore de Coulet *et al.* (1997).

Pour ce travail, nous nous sommes à la fois appuyés sur des analyses historiques et sur les connaissances scientifiques actuelles, dans des domaines aussi variés que la géographie, la géomorphologie ou l'hydrobiologie. Les données sont issues de nos propres travaux, mais aussi de l'importante base bibliographique pluridisciplinaire existante. Après avoir successivement passé en revue les impacts morphodynamiques engendrés par les interventions humaines qui se sont succédées sur le fleuve depuis près de deux siècles, dressé un bilan écologique de leur influence sur quelques descripteurs biologiques, présenté les mesures adoptées dans le cadre des politiques et des projets de reconquête mis en place, nous terminerons par une conclusion en forme de perspectives quant aux potentialités futures de restauration.

Historique : une vallée progressivement coupée de son fleuve

Le Rhône français (Figure 1B) est un cours d'eau d'ordre neuf, d'approximativement 520 km de long (le fleuve prend sa source dans les Alpes Suisses où il parcourt 290 km). La partie française du bassin versant représente environ 93% de l'ensemble de celui-ci (95000 km²). En France, le Rhône peut être divisé en quatre grands ensembles géographiques en relation avec l'évolution des conditions hydrologiques et la violence des crues (Pardé, 1925) : le Haut-Rhône en amont de Lyon et de la confluence avec la Saône, son principal affluent ; le Rhône

Moyen entre Lyon et la confluence de l'Eyrieux, ce dernier cours d'eau marquant également la limite nord de l'influence méditerranéenne pour les botanistes et les ornithologues ; le Bas-Rhône en aval de cette confluence jusqu'à Arles, ville située en amont du delta ; le delta, couvrant 1700 km² de zones humides (environ 1:6 du delta du Danube), avec la "Camargue" (750 km²) en son centre entre les deux bras du fleuve. Avec un volume annuel écoulé de 54 km³, il se situe au 48ième rang mondial par son débit, mais au 16ième rang par son abondance spécifique (volume annuel écoulé rapporté à la superficie de son bassin versant). Il constitue le plus important apport fluvial à la Méditerranée (1/6 des apports totaux).

Comme de nombreux autres grands cours d'eau aménagés à travers le monde, le Rhône a été depuis très longtemps intensément exploité et régulé. Le fleuve a connu au cours des derniers siècles une histoire relativement uniforme que l'on peut résumer en trois phases principales (Béthémont, 1972 ; Bravard, 1987) : le fleuve naturel, le fleuve corrigé et enfin le fleuve aménagé (Figure 2). Dans les conditions naturelles, le Rhône était un cours d'eau tressé avec une tendance au méandrage. La plaine alluviale formait une mosaïque de chenaux (chenaux secondaires ou "lônes", en langage local) avec une multitude de milieux aquatiques, semi-aquatiques et terrestres (Figure 2A). Par la violence de ses crues, entraînant érosions et inondations, le fleuve représentait une contrainte considérable, limitant la mise en valeur du lit majeur. Cette dynamique a légué à la vallée actuelle des forêts, des milieux humides et autres espaces naturels de grand intérêt écologique, malheureusement forts dégradés aujourd'hui. La seconde moitié du 19ième siècle a été marquée par un changement fondamental du milieu, causé par une succession d'aménagements destinés à améliorer les conditions de navigation (Figure 2B). Plusieurs types d'aménagements se sont succédés en fonction de l'amélioration des techniques : après des digues longitudinales insubmersibles, des digues submersibles ont été réalisées, portant le nom du fameux ingénieur Girardon et créant un système de compartiments ("casiers" ou "carrés" en langage rhodanien) caractéristiques des paysages fluviaux de la vallée du Rhône. Il en a résulté une concentration des eaux dans un chenal unique aux berges stabilisées. Si le fleuve est resté en apparence libre par l'absence de barrage, il a été profondément modifié par l'enfoncement de son lit mineur et l'alluvionnement des zones protégées par les digues. Les îles et les berges couvertes de graviers et de buissons de saules se sont transformées en forêts ; la plupart des bras du fleuve se sont asséchés.

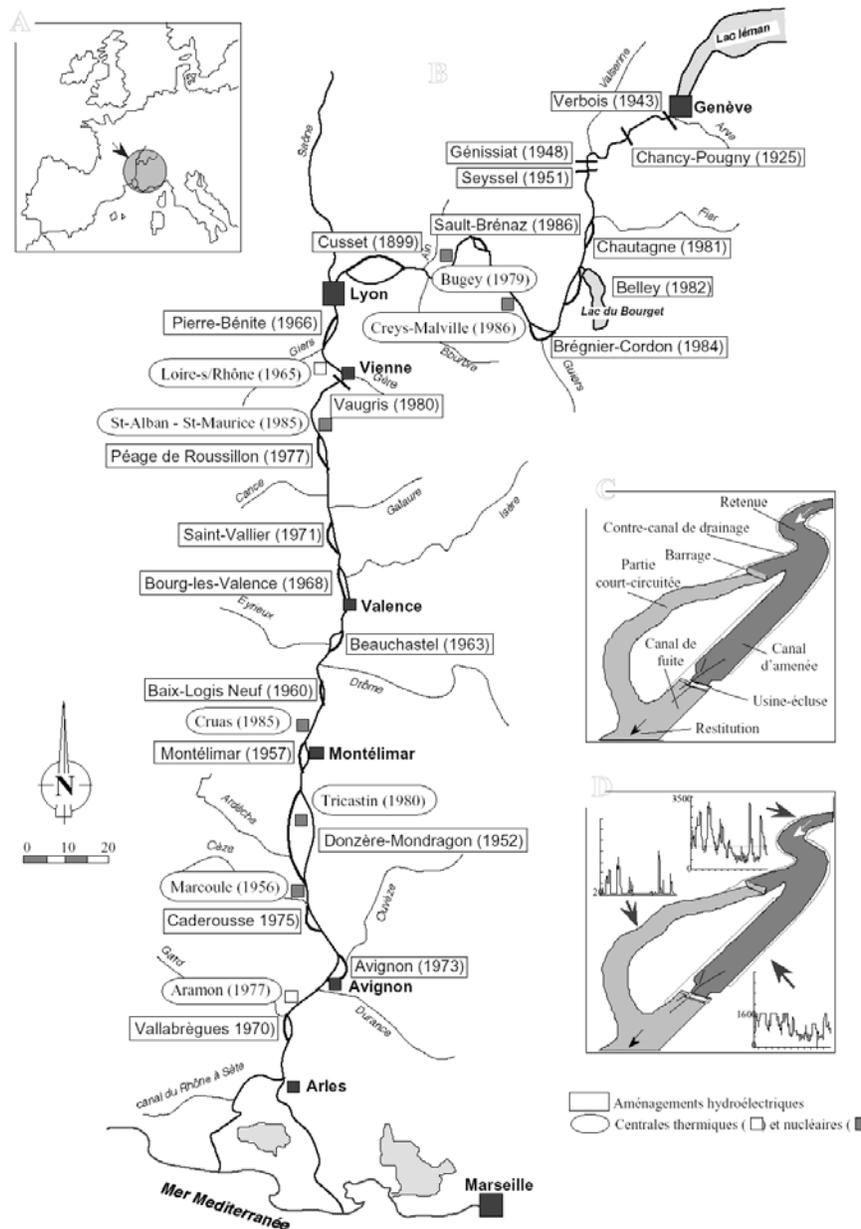


Figure 1. Le Rhône Français. A – Situation générale. B- Localisation et chronologie des aménagements. C – Aménagement type CNR. D – Exemple du fonctionnement hydrologique annuel d'un aménagement.

L'extension de la crue de 1856, l'une des plus importantes qu'ait connu le fleuve et point de départ de nombreux projets d'endiguement, donne une assez bonne idée de la dimension qu'occupait à cette époque la plaine inondable du fleuve (Bravard, 1987). Ainsi, d'après une étude du Service de la Navigation, les larges plaines dont le Rhône est bordé fonctionnaient alors comme de petits lacs et le total des surfaces inondées couvraient 2470 km² entre l'exutoire du Lac Léman et

la mer, dont 275 km² pour le Haut-Rhône et 1644 km² à l'aval de Vallabrègues.

A Pierre-Bénite, en aval immédiat de Lyon, Salvador (1983) considère que les divers aménagements précédents ont abouti entre 1850 et 1960 (avant les travaux CNR) à une diminution de 84 à 99% de la surface en eau des différentes lônes du secteur et de 80% pour les casiers Girardon. Avec les travaux de la

Compagnie Nationale du Rhône (CNR), principalement entre 1950 et le milieu des années 1980, le Rhône a connu une seconde phase d'aménagement, destinée à plusieurs besoins : production hydroélectrique, développement de la navigation à grand gabarit, irrigation des terres agricoles. Le fleuve fut ainsi canalisé (Figure 2C). Douze unités d'aménagement, dites "au fil de l'eau" ou de basse chute, furent construites, avec dérivation de la plus grande partie du débit dans des canaux, court-circuitant ainsi l'ancien cours du fleuve barré par un barrage de dérivation (Figure 1C). Ces parties court-circuitées ne reçoivent plus qu'un très faible débit réservé (de 10 à 50 m³/s, à comparer au débit moyen de 1000 à 1700 m³/s) en dehors des périodes de crues où la capacité du canal est dépassée (Figure 1D). La longueur totale des parties court-circuitées atteint environ 150 km et celle des retenues 225 km, ce qui signifie que près de 50% du Rhône Français est régulé.

Si l'aménagement du 19^{ème} siècle produisait un paysage relativement uniforme dans la vallée, où la végétation naturelle occupait une place importante, les travaux de la CNR ont constitué un profond bouleversement. L'espace a été structuré en tronçons dont les caractères résultent des travaux. La vallée a ainsi été "coupée" de son fleuve par le cloisonnement de l'écosystème alluvial qui a perdu une bonne partie de ses mécanismes fonctionnels : (i) la dynamique latérale (érosions/dépôts), largement mise à mal par les enrochements du 19^{ème} siècle, a totalement disparu ; (ii) les nappes phréatiques, abaissées par enfoncement du lit et dérivation, ne sont souvent plus disponibles pour la végétation ; (iii) les inondations ont diminué en fréquence et en durée ; (iv) la continuité de l'espace fluvial a été rompue par la construction de barrages (Fruget & Michelot, 1997).

Biodiversité : état actuel

Préambule

En raison de leur aspect dynamique et de leur forte hétérogénéité spatio-temporelle, les plaines alluviales des grands cours d'eau sont parmi les milieux les plus riches en nombre d'espèces (Amoros & Roux, 1988; Bayley, 1995; Sparks, 1995). Les grands cours d'eau des régions tempérées sont ainsi largement exploités et régulés depuis le 19^{ème} siècle (Petts, 1984). Cette régulation (barrages, dragages, endiguements, etc.) entraîne une discontinuité de la dynamique des débits, des processus de successions écologiques et de la connectivité entre les unités écologiques constituant la plaine alluviale à l'échelle des plus grands fleuves mondiaux (Petts *et al.*, 1989; Dynesius & Nilsson, 1994). Ceci est à l'origine d'une fragmentation des hydrosystèmes et d'une perte d'hétérogénéité et de diversité des habitats. Par exemple, la superficie de la forêt alluviale du Rhin, estimée à 100 000 ha à l'origine, ne représentait plus que 20 000

ha en 1840 et seulement 7000 ha actuellement, dont plus de la moitié sont des plantations (Carbiener & Schnitzler, 1990). Sur le Rhône, deux exemples montrent bien cette perte de diversité des milieux et des habitats : (i) sur le Haut-Rhône en Chautagne, la construction d'une digue à la fin du 18^{ème} siècle a réduit de 68% la bande active de ce secteur, qui n'est plus actuellement, après construction d'un aménagement hydroélectrique, que 5% de ce qu'elle était à l'origine (Klingeman *et al.*, 1998) ; (ii) le nombre d'îles entre Brégnier-Cordon et Arles, c'est-à-dire sur environ 370 km de linéaire de fleuve, a diminué de plus de 80% à la suite des aménagements contemporains (Coulet *et al.*, 1997). Certaines études cartographiques localisées sont éloquentes à cet égard. C'est par exemple le cas des secteurs de Chautagne sur le Haut-Rhône et de Péage-de-Roussillon sur le Rhône Moyen (Figure 3).



Aménagement hydroélectrique de Chautagne. 1/ Retenue ; 2/ Partie court-circuitée (débit réservé 10 m³/s) ; 3/ Canal de dérivation. Photo : PIREN Rhône.

La conservation des écosystèmes alluviaux médio-européens et leur restauration représentent un enjeu majeur pour l'Europe. Ils constituent en effet un type d'écosystèmes parmi les plus complexes et les plus organisés dans cette zone climatique. Ils sont également parmi les plus dynamiques, leurs fluctuations et leurs changements régissant le fonctionnement et la biodiversité de nombreux et différents milieux. Par exemple, près de 14500 espèces sont décrites pour les eaux douces européennes dans la *Limnofauna Europaea* (Illies, 1978), dont environ 400 espèces de vertébrés.

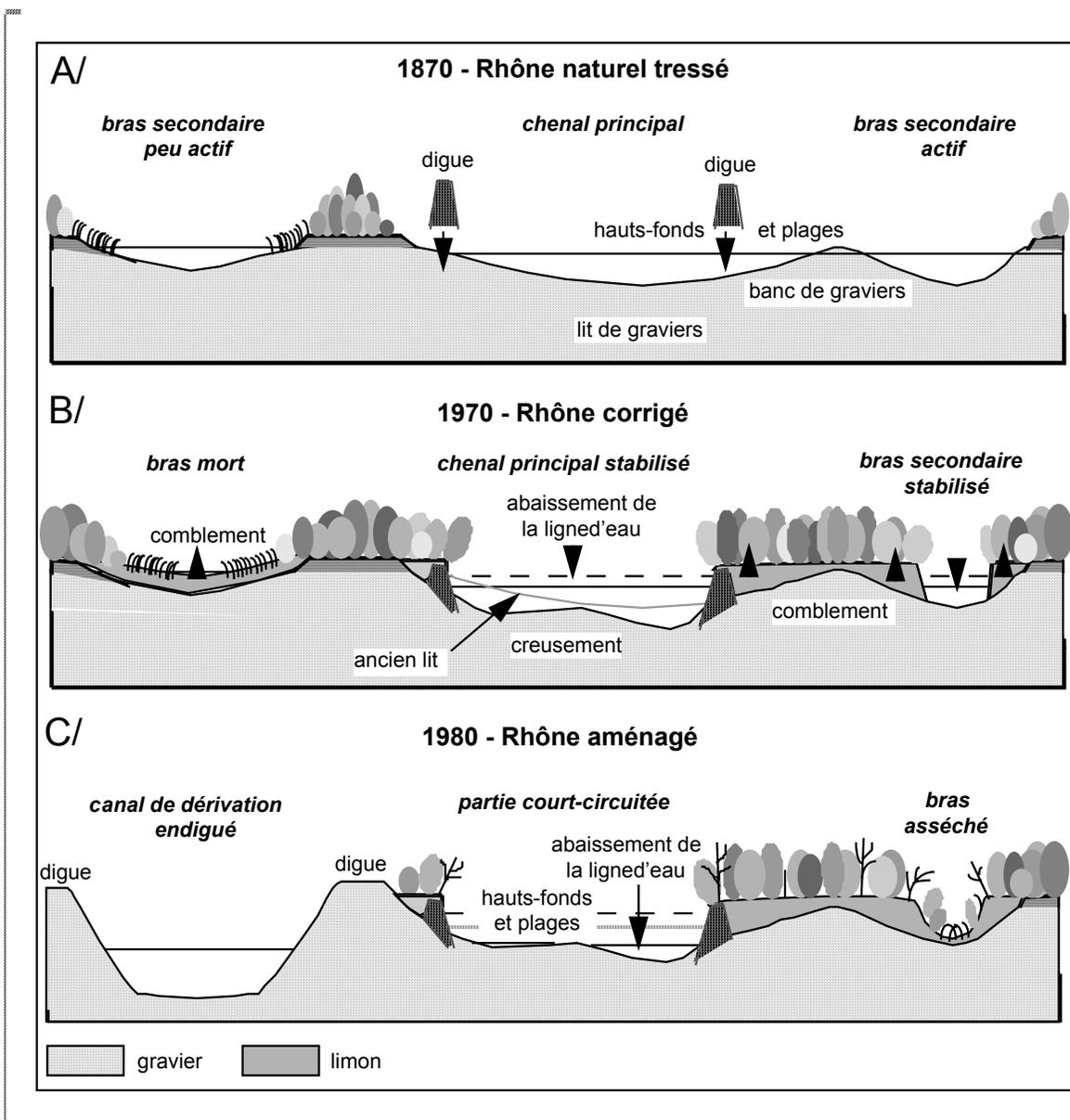


Figure 2. Changement du profil transversal du Rhône à la suite des différents travaux de rectification de son cours depuis 1850. **A** – 1870 : profil avant les endiguements Girardon ; **B** – 1970 : profil un siècle après les premiers endiguements Girardon ; **C** – profil après l'aménagement CNR (in Persat *et al.*, 1995).

Si de nombreuses études existent sur les grands cours d'eau mondiaux, peu d'entre elles s'intéressent à l'ensemble des descripteurs biologiques et permettent un calcul suffisamment réaliste de la biodiversité. Toutefois, différentes synthèses sont disponibles sur le Danube, la Volga, la plaine alluviale des bas cours du Rhin et de la Meuse ou encore sur le bassin versant de la rivière Besos, un cours d'eau méditerranéen (Liepolt, 1967 ; Mordukhai-Boltovskoi, 1979, Van den Brink *et al.*, 1996 ; Prat *et al.*, 2000). Une synthèse similaire a récemment été établie concernant le Rhône Français (Fruget & Michelot, 2001). Près

de 285 références bibliographiques, où étaient publiées des indications et des listes faunistiques et floristiques, ont été consultées, couvrant les travaux de recherche menés sur la faune et la flore aquatiques du Rhône français au cours des 20 dernières années.

Biodiversité actuelle

Près de 3820 espèces d'animaux et de plantes ont été recensées sur le chenal principal et la plaine alluviale du Rhône Français :

1052 invertébrés, 322 vertébrés, 395 algues, 2050 plantes supérieures (Tableau I).

Quelques remarques peuvent toutefois être faites sur ces chiffres : (i) en raison de différents biais, les nombres de plantes supérieures ont été arrondis. (ii) Concernant les oiseaux, seules ont été prises en compte les espèces s'étant reproduites au moins une fois dans la zone étudiée. En effet, le Rhône constitue une zone de repos pour les oiseaux durant leurs migrations et le

nombre d'espèces concernées peut être considérable : ainsi, sur le site de Miribel-Jonage, en amont de Lyon, seulement 90 espèces nicheuses sont prises en compte pour un total de 230 espèces observées. (iii) Parmi les mammifères, les chiroptères (chauves-souris) ne sont pas comptés car ce groupe est mal connu, et les rares observations effectuées sur la plaine alluviale du Rhône concernent des espèces se nourrissant dans la vallée, mais ne s'y reproduisant pas.

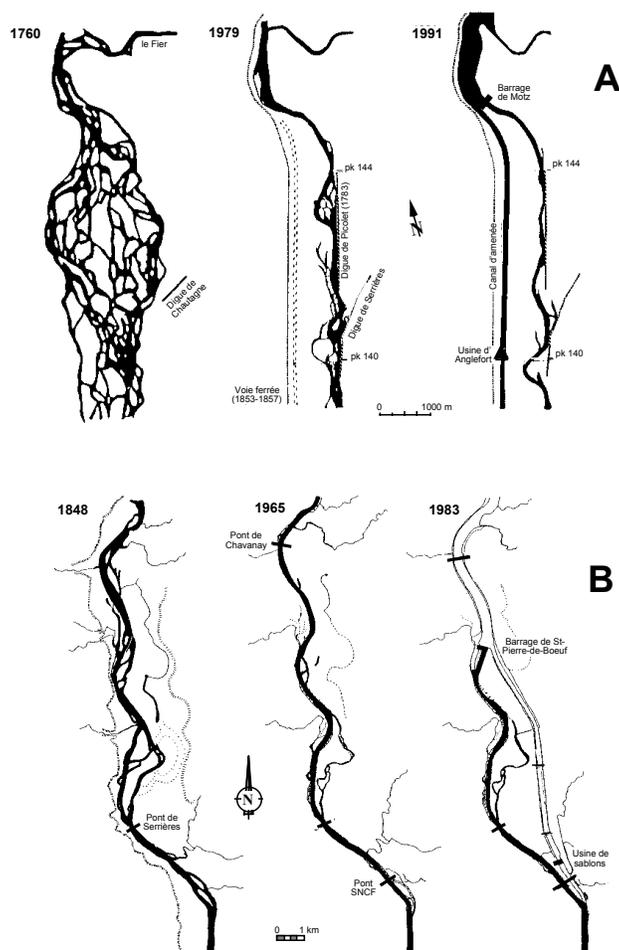


Figure 3. Evolution morphologique des plaines alluviales de Chautagne sur le Haut-Rhône (A - D'après Klingeman *et al.*, 1998) et de Péage-de-Roussillon sur le Rhône Moyen (B - D'après Fruget, 1989) avant les endiguements du 19^{ème} siècle, après les endiguements du 19^{ème} siècle et après l'aménagement CNR.

Embranchement	Classe	Lac Bourget	Haut-Rhône	Rhône Moyen	Bas-Rhône	Delta	Total
Porifères			1	1	1	1	1
Cnidaires	Hydrozoaires	1	2	3	2		3
Bryozoaires			1	3	1		3
Plathelminthes	Turbellariés	3	7	6	6	2	7
Némertoides				1			1
Némathelminthes	Rotifères					22	22
Annélides	Hirudinés	4	9	7	10	6	14
	Oligochètes	5	65	48	49	12	94
	Polychètes		1			3	4
Mollusques	Gastéropodes	8	45	25	25	35	61
	Bivalves	11	19	11	10	9	23
Arthropodes	Arachnides	1	1	1	1		1
	Crustacés	5	126	54	47	157	268
	Insectes	34	367	166	244	195	550
Vertébrés	Poissons	36	39	38	41	59	73
	Reptiles	11	13	9	18	17	23
	Oiseaux	93	120	90	99	122	168
	Amphibiens	14	16	13	12	10	18
	Mammifères	33	35	29	29	28	40
Algues				395			395
Plantes supérieures		320	1140	760	430	710	2050

Tableau I. Nombre d'espèces d'animaux et de plantes rencontrées dans les cinq secteurs distingués sur le Rhône Français.

Répartition longitudinale de la biodiversité

Le Haut-Rhône est très souvent le secteur abritant le plus d'espèces (invertébrés, oiseaux, plantes supérieures). Cette situation peut s'expliquer par différents facteurs : un meilleur état de conservation, une dynamique fluviale plus importante durant le 19^{ème} siècle, un mélange d'influences biogéographiques médio-européennes et montagnardes (Bravard, 1987). Le Rhône Moyen et le Bas Rhône sont moins diversifiés, en raison de leur resserrement du point de vue physique (succession de larges plaines alluviales et de défilés étroits) et de leur plus grande artificialisation (nombreuses villes, aménagements hydroélectriques, sites industriels, etc.) (Michelot, 1989a).

Si, pour de nombreux groupes, le lac du Bourget apparaît aussi riche (oiseaux nicheurs, amphibiens, mammifères) que la plaine alluviale du fleuve, les invertébrés aquatiques semblent y être moins diversifiés, probablement en raison d'un échantillonnage nettement moindre.

La Camargue présente une très importante diversité biologique, due à la taille, à la bonne diversité et au bon état de conservation de ses milieux naturels, mais aussi à la pénétration de nombreuses espèces marines (poissons et invertébrés, en particulier) dans le milieu limnique jusqu'à la limite du coin salé.

Dérives écologiques

Evolution historique récente des peuplements de poissons

Persat *et al.* (1995) ont étudié les conséquences de la gestion du cours principal et des rives du Haut-Rhône Français depuis le 19^{ème} siècle. Les individus juvéniles sont rares sur le Haut-Rhône à courant libre : en accroissant la profondeur et en accentuant la pente de la berge, les endiguements de cette époque ont rendu le système moins favorable pour les poissons et en particulier pour les jeunes stades. Au milieu du 20^{ème} siècle, la construction des premiers barrages sur le cours supérieur (Verbois, Génissiat) et leur vidange périodique ont abouti à un net déclin des salmonidés, à la diminution d'autres espèces telles que le barbeau fluviatile, le vairon, le blageon, le goujon et la loche franche, à la disparition de l'apron. Le faible nombre d'alevins et de juvéniles observé à la fin des années 1970 peut être relié à une combinaison des effets des endiguements, des vidanges et du marnage. Après l'aménagement par la CNR de la partie tressée du cours supérieur du fleuve dans les années 1980, un grand nombre d'alevins et de juvéniles est alors noté, aussi bien dans les parties court-circuitées que dans les milieux artificialisés (canaux de dérivation et retenues). Toutefois, ces jeunes stades appartiennent essentiellement à trois espèces, le gardon, le goujon et le chevaine. Dans les milieux aménagés, la faune

piscicole est pauvre en diversité et en abondance en poissons de grande taille. Les espèces rhéophiles telles que les salmonidés, la vandoise, le spirilin et le barbeau sont absentes. A l'opposé, une augmentation des espèces rhéophiles et sensibles, qui avaient précédemment diminué avec l'aménagement du cours supérieur, est notée dans les sections court-circuitées.

Olivier & Carrel (données non publiées) ont réalisé une comparaison avec les changements ayant affecté la faune piscicole du Rhône Moyen (Figure 4) : avant leur régulation par la CNR, le Haut-Rhône et le Rhône Moyen présentaient des peuplements divergents, caractérisés pour le premier par les salmonidés (ombre commun, truite fario) et des cyprinidés rhéophiles (vandoise, barbeau, hotu, blageon), par des espèces migratrices (lamproie marine et alose) et par des cyprinidés plus limnophiles (chevaine et brème) pour le second. Actuellement, ces peuplements sont devenus convergents à la suite du déclin des salmonidés et de l'accroissement du gardon et du chevaine sur le Haut-Rhône, de la disparition des espèces migratrices et l'augmentation des cyprinidés limnophiles (gardon, ablette, perche-soleil) et de la réduction des espèces rhéophiles (hotu, barbeau, goujon) sur le Rhône Moyen. D'un point de vue typologique, le fleuve en aval de Lyon est ainsi passé du type épipotamon (cours d'eau à substrat grossier et vitesse rapide dans les secteurs de radier encore présents) à un type métapotamon (rivière de plaine à granulométrie fine dominante, abritant des espèces eurythermes et rhéotolérantes, à cyprinidés dominants). La limite de transition typologique a ainsi reculé d'environ 210 km au cours des 20 à 30 dernières années, remontant de Donzère sur le Bas-Rhône à l'amont de Lyon, voire plus haut (Fruget, 1992).

Les peuplements piscicoles du chenal principal du Rhône Moyen montrent toutefois de grandes similarités avec ceux d'autres cours d'eau européens fortement anthropisés tels que le Rhin (Lelek, 1989; Lelek & Köhler, 1990), le Danube (Jankovic *et al.*, 1987; Bacalbasa-Dobrovici, 1989; Schiemer & Spindler, 1989; Schiemer & Waidbacher, 1989) ou la Vistule (Backiel & Penczak, 1989). Les cyprinidés dominants sont les mêmes, tandis que les espèces d'accompagnement dépendent du contexte biogéographique, de la localisation des sites étudiés le long du continuum fluvial régulé ou encore de la présence de milieux annexes au sein de la plaine alluviale (bras secondaires, affluents, parties court-circuitées, etc.).



Rhône court-circuité de Donzère-Mondragon. Endiguements Girardon du 19^{ème} siècle, milieux annexes et forêt alluviale résiduelle. Photo : Frapna 26.

Les poissons migrateurs : exemple de l'alose

Une des conséquences les plus importantes de l'aménagement hydroélectrique du Bas-Rhône concerne les poissons migrateurs, en particulier l'alose (Gallois, 1946, 1950 ; Rameye *et al.*, 1976 ; Quignard, 1977 ; Kiener, 1985 ; Pattee, 1988). Avant 1950, l'alose remontait sur l'ensemble du bassin du Rhône jusqu'au Doubs par la Saône et au lac du Bourget par le Haut-Rhône. Le premier aménagement hydroélectrique, Donzère-Mondragon, mis en service en 1952, a coupé d'entrée l'accès à 75% du bassin pour les poissons migrateurs (Figure 5). Malgré tout, de nombreux autres sites de fraie existaient entre le secteur Beaucaire-Avignon et la confluence de l'Ardèche. Ils ont été fortement compromis par la mise en service de l'aménagement de Vallabrègues en 1970 et définitivement supprimés par ceux d'Avignon et de Caderousse au milieu des années 1970. A la fin des années 1980, l'alose n'était présente de façon significative qu'à l'aval de l'aménagement de Vallabrègues, les dispositifs de franchissement des seuils et des barrages étant peu ou pas efficaces (Délégation de Bassin RMC, 1990). Ainsi, au début des années 1990, seulement 15% environ de la route migratoire originelle était encore accessible à l'alose sur le cours principal (480 km avant la construction de Donzère-Mondragon, environ 70 km il y a quelques années), et moins d'un tiers sur le dernier affluent accessible, le Gard.

L'évolution des prises depuis 1950 reflète bien la baisse des stocks induite par les modifications de la structure physique du Rhône (aménagement hydroélectrique, extraction de matériaux) et de son fonctionnement hydrologique (faiblesse des débits réservés) : 53 tonnes d'aloses étaient pêchées en 1927 entre Pont-St-Esprit et Arles, 10 tonnes en 1950 (Gallois, 1950), 8 tonnes au début des années 70 (Rameye *et al.*, 1976) et seulement 3 à 4 tonnes en 1988 (Délégation de Bassin RMC, 1991). Au milieu des années 1940, avant la construction du barrage de Donzère, environ 15 tonnes étaient récoltées à l'aval immédiat de Lyon (Pattee, 1988).

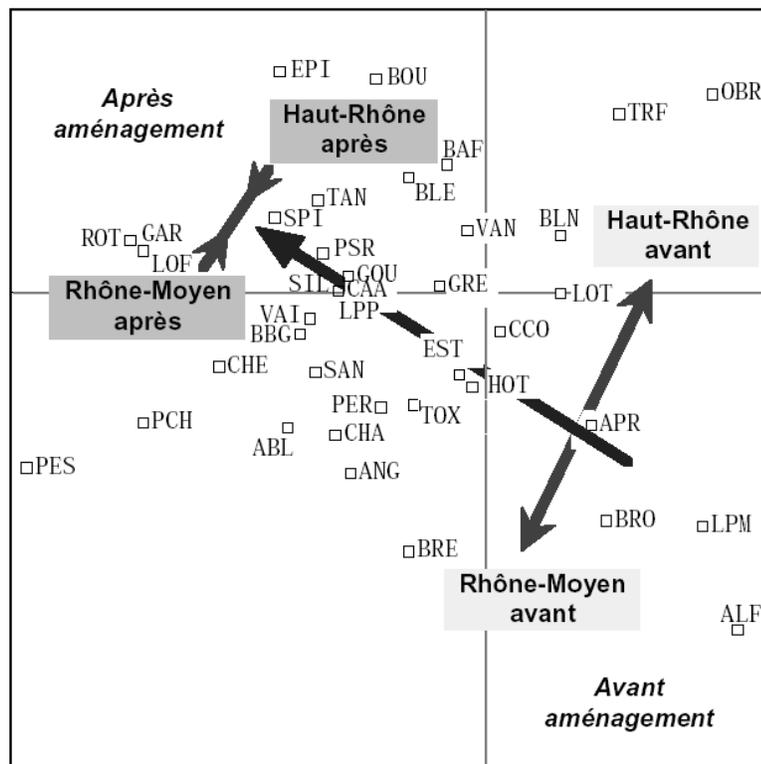


Figure 4. Différenciation des peuplements piscicoles du Haut-Rhône (secteurs de Chautagne-Belley et Loyettes) et du Rhône-Moyen (secteurs de Péage-de-Roussillon et de Cruas-Tricastin) avant l'aménagement CNR et dérive de ces peuplements après l'aménagement. Les codes des espèces sont ceux utilisés dans le cadre de l'Inventaire National Faune-Flore. La figure correspond au plan factoriel F1xF2 d'une Analyse Factorielle des Correspondances 4 sites avant-après, soit 8 stations, x 39 espèces exprimées en classes d'abondance. D'après Olivier & Carrel, données non publiées.

Les études engagées depuis la mise en place du Schéma de Vocation Piscicole du fleuve Rhône et le lancement du Plan d'Action Rhône ont montré la faisabilité du projet de réhabilitation de la circulation de l'alose sur le Rhône jusqu'au confluent de l'Ardèche, en vue de son accès aux frayères constituées par ses affluents. La réalisation de cet objectif permettrait de retrouver la situation historique de 1952 et l'accessibilité à un linéaire de plus de 300 km de cours d'eau, afin de préserver l'espèce, son habitat, et d'induire une valeur ajoutée à l'économie touristique et halieutique, par reconstitution du stock dans la partie basse du bassin du Rhône (Commission de Bassin RMC, 1993).

Protection des espèces patrimoniales : l'exemple de l'Apron

Outre les poissons migrateurs, d'autres espèces sont également menacées dans le bassin rhodanien par l'impact des activités

humaines. Généralement ces dernières sont localisées dans les parties basses des cours d'eau. Or, ces secteurs représentent des zones importantes de reproduction, d'abri, de nourriture. La mise en place de mesures de protection sur les affluents ainsi que le rétablissement de la libre circulation des espèces permettant l'accès aux différentes zones bénéficieront également aux espèces menacées telles que la lamproie marine, présente dans le Rhône en aval de Beaucaire et dont la migration (de manière similaire à l'alose) est bloquée par l'aménagement hydroélectrique de Vallabrègues, le toxostome et le blageon, dont les populations sont très réduites dans le Rhône, mais plus abondantes dans ses affluents (Commission de Bassin RMC, 1993). Toutefois, le cas le plus spectaculaire est celui de l'apron, *Zingel asper*, endémique du bassin du Rhône et dont le genre est originaire du bassin du Danube où deux espèces sont présentes. Il n'occupe actuellement plus que 17% du linéaire de cours d'eau qu'il occupait originellement, principalement dans certains

affluents tels que l'Ardèche, le Gard ou la Cèze, sa présence dans le cours principal du Rhône étant résiduelle (Perrin, 1988 ; Boutitie, 1984). Les barrages et la régulation, à l'origine d'un comblement progressif du substrat par les sédiments fins, ainsi que la faiblesse des débits réservés sont les causes principales de sa disparition. L'espèce bénéficie de mesures de protection : elle est inscrite à l'Annexe II de la Convention de Berne sur la conservation de la faune sauvage et des milieux naturels en Europe, en Annexes II et IV de la directive européenne sur les habitats et la faune et la flore, sur la liste rouge des espèces menacées en France (Keith *et al*, 1992, Maurin & Keith, 1994).

Les invertébrés aquatiques

Usseglio-Polatera (1985) ont étudié les peuplements de trichoptères et d'éphémères du Rhône à Lyon avant et après la mise en service du barrage de Pierre-Bénite en 1966. Ils notent une réduction de 47% du nombre d'espèces de trichoptères et de 42% de celui d'éphémères (Figure 6). Sur le Haut-Rhône régulé par l'aménagement CNR, Dessaix *et al.* (1995) montrent une diminution, voire une disparition, des certaines larves d'insectes potamiques et rhéophiles tels que les plécoptères s.l., plusieurs espèces d'éphémères *Heptageniidae*, les trichoptères *Neureclipsis bimaculata*, *Rhyacophila sp.*, *Hydropsyche spp.* et, parallèlement, l'apparition ou l'augmentation de taxons potamolénitiques tels que l'éphémère *Potamanthus luteus*, le Trichoptère *Polycentropus flavomaculatus*, le crustacé *Asellus aquaticus*, et plusieurs espèces de planaires et de mollusques gastéropodes.

L'avifaune aquatique

Avant les aménagements du 19^{ème} siècle, la vallée du Rhône en aval de Lyon jusqu'à la Camargue correspondait probablement à la zone à sterne (vastes bancs de graviers, forte dynamique fluviale). Cette zone est équivalente à l'épipotamon décrit précédemment par la faune piscicole. Outre les sternes, la bibliographie montre la présence d'espèces avicoles typiquement fluviales sur le Bas-Rhône tressé "originel" telles que l'oedicnème criard et le petit gravelot. Cette faune était proche de celle que l'on peut rencontrer sur des rivières telles que la Loire, l'Allier ou la Durance (Michelot, 1990). Avec la régulation du fleuve par la CNR et la diminution de la vitesse du courant, une dérive des peuplements s'est produite de façon identique au constat effectué pour les poissons, en direction d'une zone typologique située plus en aval, la zone à foulque, équivalente au métapotamon. L'avifaune aquatique du Rhône Moyen est maintenant caractérisée par son instabilité et l'absence d'espèces fluviales typiques (Pont, 1985). Actuellement, la diversité et l'abondance ornithologiques sont liées à l'existence de milieux relictuels tels que quelques bras morts et forêts alluviales ou, au contraire, à l'existence de milieux totalement créés par l'homme tels que les retenues et les canaux. Les Anatidés (canards au sens large) et les Rallidés (foulque en particulier) sont particulièrement favorisés par les vastes plans d'eau des retenues ou bien les gravières issues de l'aménagement CNR.

Les digues et les plateformes de graviers, paysages nouveaux de l'ancien lit majeur apparus à la suite de l'aménagement CNR, présentent certaines potentialités liées à leur situation à l'interface milieu aquatique - milieu terrestre et à leurs contraintes de gestion. En particulier, ces surfaces graveleuses fonctionnent dans une certaine mesure comme un milieu de remplacement des îles et des grèves (Michelot, 1990). Situées en bordure du lit majeur, sur les berges du fleuve, constitués d'alluvions et colonisés par les peupliers, ces sites permettent la présence d'espèces caractéristiques des milieux tressés à forte dynamique fluviale de la zone à sterne : petit gravelot, bergeronnette grise, pipit rousseline, bruant proyer, alouette calandrelle, cochevis huppé, oedicnème criard (Michelot, 1989b).

Les mammifères aquatiques

Le castor, espèce emblématique de l'écosystème rhodanien, peut également donner quelques éléments sur les changements qu'a connus le fleuve. Très rare au début du 19^{ème} siècle, sans doute à cause de la pression de piégeage, il a considérablement gagné du terrain depuis sa protection au début 20^{ème} siècle (Erome, 1982). Cette espèce s'est apparemment bien adaptée à l'aménagement CNR, en particulier grâce aux centaines de kilomètres de contre-canaux, milieux très favorables par leur végétation de saules et peupliers, et par l'absence de crue. Mais la situation à long terme n'est certainement pas aussi favorable

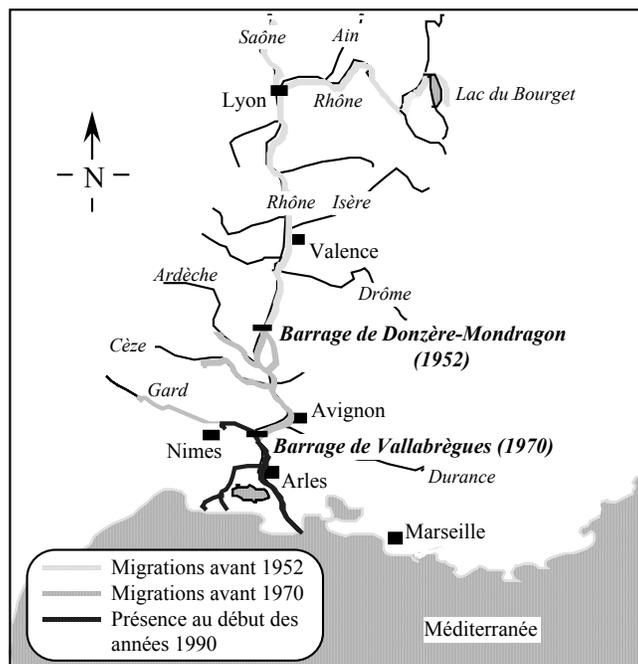


Figure 5. Migrations passées et actuelles de l'aloise dans le bassin du Rhône (d'après Rameye *et al.*, 1976).

qu'on pourrait le penser. Les contre-canaux présentent une tendance naturelle au tarrissement ; leur végétation verra probablement une diminution des espèces appétentes par rapport au frêne, qui n'est pas consommé. Le long des vieux Rhône, les casiers Girardon et les lônes sont l'objet d'une intense sédimentation, qui fait disparaître des gîtes potentiels ; ainsi le site de Baix-Logis Neuf a vu diviser sa population par deux au cours des 20 dernières années (Penel, 1994). Enfin, le castor paie un lourd tribut au développement des axes routiers en bordure du fleuve (mortalité par collision). Au total, l'espèce n'est certainement pas menacée, mais sa densité connaît et connaîtra probablement une diminution. Par contre, elle étend sa présence sur de nombreux affluents.

La loutre, autre mammifère emblématique, a probablement disparu du Bas-Rhône avant les aménagements CNR, en raison du piégeage et surtout de la pollution des eaux (Michelot, 1992). Les transformations de la vallée et le maintien de taux de pollution excessifs empêchent désormais d'envisager le retour de cette espèce (Michelot *et al.*, 1995).

Une conséquence parmi d'autres : le développement d'espèces exotiques invasives

Si pour les poissons les espèces allochtones sont essentiellement liées à des introductions volontaires (Persat, 1988), la vingtaine

d'espèces d'invertébrés exotiques actuellement recensées (Tableau II), appartenant à différents groupes faunistiques et d'origines diverses, sont apparues à la faveur de l'aménagement contemporain du fleuve. Parallèlement à la modification d'habitat engendrée par les aménagements CNR qui ont créé des conditions favorables en diminuant la vitesse du courant et en permettant un accroissement de la température, la navigation a favorisé ces processus de migration et d'invasion (c'est le cas par exemple pour les crustacés *Crangonyx pseudogracilis*, *Gammarus roeseli* et *Gammarus tigrinus* et les mollusques *Lithoglyphus naticoides* et *Corbicula fluminea*). L'arrivée et/ou la redistribution de ces différents organismes se fait principalement en fonction de l'hydroclimatologie qui constitue le principal facteur de contrôle des peuplements d'invertébrés (Fruget *et al.*, 2001). Dans ce contexte, la Saône, affluent numéro un du Rhône, connectée par les canaux du réseau Freycinet aux cours d'eau d'Europe du Nord, en particulier avec le Rhin, est la principale voie de dissémination, spécialement lors des épisodes de hautes eaux (cf par exemple l'apparition de différents crustacés sur le Rhône aval au cours des années 1990, à l'exception des écrevisses *Pacifastacus leniusculus* et *Procambarus clarkii*, "échappées" d'élevages). Pour sa part, le mollusque bivalve *Corbicula* est arrivé simultanément par la Saône et par les canaux du sud de la France reliant le bassin du Rhône à celui de la Garonne et à la façade atlantique.

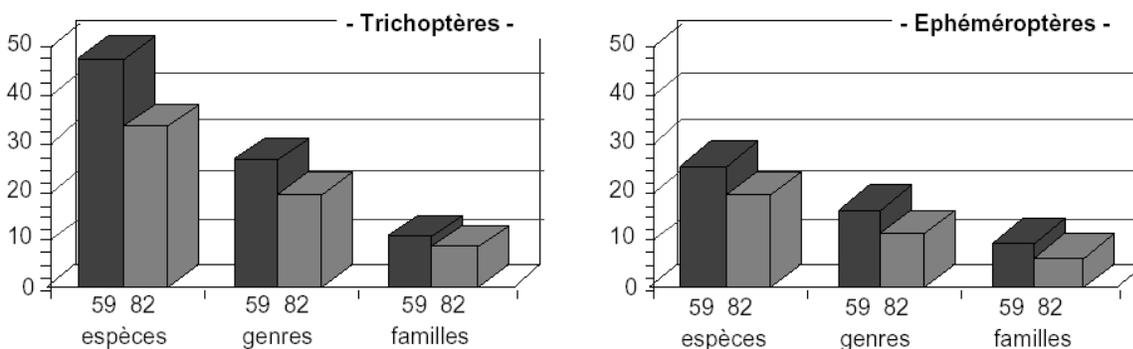


Figure 6. Changements du nombre de taxons de Trichoptères et d'Ephémères dans le Rhône à Lyon avant (1959) et après (1982) la mise en service du barrage de Pierre-Bénite en 1966. Adultes capturés par piégeage lumineux. D'après Usseglio-Polatera (1985).

	Espèces	Origine	Première capture
Cnidaires	<i>Cordylophora caspia</i> *	Ponto-caspien	
	<i>Craspedacusta sowerbyi</i>	Asie	
Turbellariés	<i>Dugesia tigrina</i>	Amérique du Nord	
Polychètes	<i>Hypania invalida</i> ***	Ponto-caspien	2002
Oligochètes	<i>Branchiura sowerbyi</i>	Asie	
Gastéropodes	<i>Gyraulus parvus</i> *	Amérique du Nord	1997
	<i>Lithoglyphus naticoïdes</i> *	Ponto-caspien	1995
	<i>Menetus dilatatus</i>	Amérique du Nord	
	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	Nouvelle Zélande	
Bivalves	<i>Corbicula fluminea</i>	Asie	1993
	<i>Dreissena polymorpha</i>	Ponto-caspien	
Crustacés	<i>Crangonyx pseudogracilis</i> *	Amérique du Nord	1995
	<i>Dikerogammarus villosus</i> *	Ponto-caspien	1999
	<i>Gammarus tigrinus</i> *	Amérique du Nord	1995
	<i>Gammarus roeseli</i>	Balkans	
	<i>Orconectes limosus</i>	Amérique du Nord	
	<i>Pacifastacus leniusculus</i> **	Amérique du Nord	1999
	<i>Procambarus clarkii</i> ***	Amérique du Nord	

(* = espèce absente du Haut-Rhône ; ** = espèce seulement présente sur le Haut-Rhône ; *** = espèce seulement présente sur le Rhône Moyen et le Bas-Rhône).

Tableau 2. Liste des espèces d'invertébrés exotiques invasifs rencontrés sur le Rhône Français.

Restauration : vers une mise en valeur globale de l'espace

La vision sectorielle de l'aménagement semble s'atténuer au profit d'une conception plus intégrée. Dans la plupart des cas, la gestion de l'espace conserve une finalité principale, mais son responsable se rend compte que cet objectif est compatible avec d'autres, et en particulier la conservation de la nature.

Les aménagements de la CNR ont entraîné des impacts négatifs majeurs sur l'hydrosystème rhodanien. Aujourd'hui, cet organisme est responsable de la gestion des ouvrages et de l'ensemble du Domaine Public Fluvial, qui conserve des reliques de paysages fluviaux anciens et qui a vu se développer quelques milieux parfois intéressants (roselières, contre-canaux, ...). Il s'est récemment approprié cette dimension, avec l'élaboration en 1992 d'une charte d'environnement, validée par son ministère de tutelle. La CNR a donc en quelque sorte un nouveau mandat, qui se traduit par différents travaux d'inventaires et de génie écologique, en particulier l'inventaire du patrimoine naturel existant sur les terrains dont elle a la charge et qui doit déboucher sur de véritables plans de gestion de l'espace. D'ores et déjà, des opérations de génie écologique sont mises en oeuvre, telles que la remise en eau d'anciens bras du fleuve ou la gestion pastorale des digues.

Dans ce cadre, la conservation, et *a fortiori* l'accroissement, de la biodiversité des hydrosystèmes demande une restauration

physique et écologique de ces milieux tel que cela a été expérimenté sur différents secteurs du Danube ou du Rhône (Henry & Amoros, 1995 ; Heiler *et al.*, 1995 ; Tockner *et al.*, 1998 ; Ward *et al.*, 1999). La gestion de cette restauration doit être axée sur le rétablissement des connections morphologiques, sources des connections biologiques et par conséquent de la diversité biologique (Amoros, 1991). Une approche holistique de cette gestion doit être menée, considérant le corridor fluvial dans son ensemble, des biotopes et biocénoses aquatiques à ceux et celles semi-aquatiques, connectés de façon permanente ou intermittente avec le milieu lotique du chenal principal (Amoros *et al.*, 1987).

Mesures de protection et outils réglementaires

Depuis une vingtaine d'années, différentes mesures de restauration des milieux et des biocénoses ont été prises, principalement à l'initiative de l'Etat et des associations. Différents types d'actions ont été mis en oeuvre, souvent de façon concomitante sur une même site, telles que :

- Une protection des espèces. Cette mesure nationale ou régionale est efficace pour les espèces sensibles à une destruction directe (castor, héron), mais ne l'est pas quand les causes de régression sont différentes (loutre).
- Une protection des habitats. La création de réserves naturelles permet d'éviter la disparition de certains

sites par la régulation de certaines activités humaines. La biodiversité de ces sites se trouve ainsi souvent significativement augmentée (île de la Platière à Péage-de-Roussillon).

- La restauration du système fluvial. L'augmentation du niveau de la nappe alluviale ou du débit réservé permet d'améliorer la qualité des milieux aquatiques concernés.
- La restauration des connections biologiques. Cette mesure vise principalement les poissons, mais d'autres mesures comme l'enlèvement des embâcles ont une action positive sur le castor ou les mammifères ongulés.
- La restauration physique des milieux. Elle vise plus particulièrement à favoriser la dynamique végétale avec la création de berges en pente douce, d'îles, etc. L'avifaune s'en trouve également favorisée (site de Miribel-Jonage).
- La gestion des successions végétales. Certains milieux sont maintenus naturellement ouverts par l'érosion ou la pratique du pastoralisme. Dans un futur proche, la disparition de ces mécanismes mettraient en danger les espèces vivant dans ces milieux. Une gestion pastorale des prairies où poussent des orchidées ou la déforestation des marais permettent d'éviter cela.
- Le contrôle des activités humaines. La fermeture de l'accès à certains sites ou l'interdiction de la chasse ont eu des effets spectaculaires sur l'occurrence de certaines espèces (hérons, canards, ...).
- Les réintroductions. Elles concernent en particulier le castor en amont de Lyon, ou encore la tortue cistude dans le lac du Bourget.

Ces actions sont rendues possibles par la mise en place depuis quelques années de différents outils réglementaires que sont :

- Le programme décennal de restauration hydraulique et écologique du Rhône pour lequel plus de 6 milliards d'euros, financés par la CNR, l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse et les collectivités locales, seront investis dans la restauration de la connectivité longitudinale et transversale du fleuve et de son fonctionnement écologique (rôle fonctionnel des bras secondaires, remise en eau des bras asséchés, réapparition des poissons migrateurs tels que l'aloise ou l'anguille par installation de passes à poissons, etc.).
- L'institutionnalisation d'un Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) par la loi sur l'eau de 1992.
- La directive européenne sur les habitats de la flore et de la faune sauvage visant à protéger de nombreux habitats (forêts alluviales, biotopes de certaines espèces, etc.) et conduisant à la mise en place du

"réseau Natura 2000" qui réunit des sites protégés et gérés au titre de cette directive.

- Le programme européen LIFE visant à dresser le bilan du patrimoine de la vallée et à imaginer des mesures de gestion globale, tenant pleinement compte des activités économiques.

L'exemple d'une gestion hydraulique globale

Une certaine convergence d'intérêts se dessine peu à peu en faveur de la restauration du système hydraulique du fleuve Rhône. Les axes majeurs de cette évolution sont :

- Bloquer l'enfoncement des cours d'eau et des nappes provoqué par une importante incision engendrée par une extraction abusive en lit mineur et une limitation des érosions latérales. Ce phénomène touche toutefois plus les affluents que le fleuve lui-même.
- Conserver les champs d'expansion des crues afin de favoriser des inondations plus générales et moins violentes pour restaurer la fonction d'écrêtement et limiter les érosions.
- Augmenter le débit réservé des parties court-circuitées. Des approches diverses au départ conduisent aujourd'hui à revendiquer un relèvement de ces débits réservés à des fins de restauration du paysage à Pierre-Bénite ou de protection des milieux naturels à Péage-de-Roussillon.
- Restaurer le rôle des anciens bras du fleuve. Les îles, longtemps oubliées, font l'objet d'une attention marquée depuis quelques années. En particulier, les opérations de remise en eau des bras asséchés se multiplient pour la pêche, l'écrêtement des crues, la recharge des nappes,

Le choix d'un débit minimal implique de trouver un compromis entre la production énergétique et la qualité des habitats aquatiques (Lamouroux *et al*, 1999). En effet, après l'augmentation de ce débit les habitats doivent retrouver leur niveau d'avant régulation en termes de vitesse de courant et de profondeur d'eau. Des simulations montrent que le paysage fluvial sera modifié par l'accroissement du lit mouillé et de la vitesse de courant. De l'autre côté, l'influence sur la remise en eau des bras secondaires ou sur la remontée du niveau de la nappe sera limitée et elle sera nulle sur le transport solide (Lamouroux *et al*, op. cit.). Ainsi, il est nécessaire de définir des objectifs de gestion.

	débit moyen	Débit réservé actuel	Débit réservé pour uniformisation	Originalité géomorphologique	Originalité hydraulique *
Haut- Rhône					
<i>Chautagne</i>	410	10 - 20	50	++	
Belley	412	25 - 60	70		
Brégnier-Cordon	435	80 - 150	80		
Rhône Moyen					
Pierre-Bénite	1032	10 - 20	80	+	
Péage-de-Roussillon	1050	10 - 20	90	+	
Bourg-lès-Valence	1415	10 - 20	>100		
Beauchastel	1417	10 - 20	>100		
Bas- Rhône					
Baix - Logis-Neuf	1475	10 - 20	70	++	
Montélimar	1494	15 - 60	70	++	+
<i>Donzère</i>	1500	60	60	++	+

* = longueur non influencée. Originalité: + = forte ; ++ = très forte.

Tableau III. Valeurs de débit réservé (m³/s) nécessaires dans différentes parties court-circuitées du Rhône afin d'atteindre la valeur biologique maximum prédite en fonction des situations hydrauliques et biologiques actuelles. D'après Lamouroux *et al.* (1999).

Concernant l'ichtyofaune, trois objectifs ont été retenus : (1) uniformiser de la qualité des sections court-circuitées en se rapprochant des valeurs des deux sections qui présentent le débit réservé le plus élevé (Brégnier-Cordon sur le Haut-Rhône et Donzère-Mondragon sur le Bas-Rhône) ; (2) favoriser certaines parties court-circuitées en liaison avec l'originalité de leurs peuplements liée aux caractéristiques géomorphologiques ou leurs longueur non influencée par des seuils ou retenues ; (3) viser une rentabilité socio-économique en augmentant le débit où la demande sociale est forte et/ou le coût lié à cette augmentation est moindre.

Le tableau III montre que les différents objectifs ne sont pas incompatibles : les parties court-circuitées qui présentent la meilleure adéquation entre la richesse des peuplements piscicoles et l'importance du débit minimum pour l'objectif 1, et probablement pour un faible coût, sont généralement les plus originaux (Chautagne sur le Haut-Rhône, Baix, Montélimar et Donzère sur le Bas-Rhône).

Différentes études montrent que le débit optimum pour certaines espèces est généralement plus bas que le débit moyen naturel du fleuve (Lamouroux *et al.*, op. cit.). La variabilité temporelle du débit est ainsi un facteur de contrôle de la diversité, et une modulation temporelle du débit réservé est nécessaire afin de se rapprocher de la situation naturelle. Par exemple, à Péage-de-Roussillon où le débit réservé actuel est de 10 à 20 m³/s, l'objectif est un réarrangement de la structure du peuplement piscicole avec une meilleure distribution de la densité au profit d'espèces rhéophiles tel que le barbeau fluviatile (CEMAGREF,

1997). En faciès lotique, l'habitat semble être optimum entre 25 et 50 m³/s, le débit pouvant atteindre 100 m³/s sans mettre en danger les espèces présentes. En faciès lénitique, du point de vue physique, la gestion optimale se situe entre 50 et 100 m³/s, l'amélioration espérée étant une meilleure distribution de la densité des espèces.

Conclusions et perspectives

Compte tenu de la complexité du problème posé, de l'étendue de la zone géographique couverte et de la multiplicité des disciplines concernées, cette étude ne peut être considérée comme un bilan écologique exhaustif de l'influence de l'aménagement du Rhône français au cours des deux derniers siècles. Toutefois, elle montre bien que les aménagements morphodynamiques successifs ont eu des impacts négatifs majeurs sur l'hydrosystème Rhône. Cet impact anthropique peut se diviser en deux grandes étapes : d'une part, la correction du lit réalisée dans la seconde partie du 19^{ème} siècle, d'autre part, l'édification d'aménagements hydroélectriques à partir des années 1950, qui ont abouti à un fleuve régulé, profondément altéré, cloisonné en écosystèmes souvent simplifiés et plus ou moins figés (Coulet *et al.*, 1997). Cette étude montre également qu'un changement progressif de perception de l'aménagement s'est produit au cours du temps, passant d'une vision sectorielle à une conception plus intégrée, avec la mise en place de plans de gestion rendant compatibles les différents objectifs, dont celui de conservation du patrimoine naturel. Des opérations de restauration physique et écologique des différents milieux fluviaux sont ainsi possibles dans certains secteurs où les effets

des aménagements ne sont pas révélés être totalement irréversibles.

D'un hydrosystème simplifié et figé...

Les descripteurs biologiques montrent une baisse de la diversité biologique avec la diminution de la diversité morphologique et de la connectivité de l'hydrosystème aménagé, engendrée par les interventions anthropiques qui se sont succédées depuis près de deux siècles. Cela s'est plus particulièrement traduit par l'élimination du lit mineur d'un certain nombre d'îles et par la disparition du lit majeur de nombreux milieux annexes (bras morts, ripisylves, etc.). La réduction du champ d'inondation a modifié les flux, avec un ralentissement de la vitesse du courant et un déséquilibre des processus d'érosion et de sédimentation. L'aménagement du fleuve a diminué l'hétérogénéité spatio-temporelle naturelle de l'hydrosystème et réduit les échanges entre ses différentes composantes, entamant grandement son intégrité tant structurelle que fonctionnelle. On a ainsi assisté à une homogénéisation et à une banalisation du paysage et des espèces, même si, ponctuellement, certains milieux spécifiques (radiers des parties court-circuitées, digues et plateformes de graviers au niveau des retenues et des canaux) permettent le maintien (poissons, invertébrés) ou la réapparition (oiseaux) d'espèces fluviales caractéristiques. Au final, le bilan conduit largement à un appauvrissement des paysages et des espèces et à une perte de biodiversité.

Le fleuve régulé ne peut plus assurer la régénération des milieux par le biais de la dynamique fluviale, il n'entretient plus la mosaïque des milieux présents à l'origine dans la plaine alluviale. Certains d'entre eux sont appelés à devenir relictuels, voire à disparaître totalement par des processus de comblement et d'assèchement (bras morts, marais, etc.). C'est là que les mesures de protection et les interventions humaines doivent prendre le relais du fleuve aménagé (création de réserves naturelles, recreusement de bras secondaires, relèvement du niveau des nappes, etc.).

...à une restauration lente et limitée

Comme il a été souligné lors du Colloque Lyon Fleuves 2001, l'histoire de l'aménagement du Rhône et de sa tentative de reconquête est celle de l'évolution d'un fleuve, du développement industriel au "réaménagement durable" (Alexis *et al.*, 2001). Ce dernier nécessitera un nouvel équilibre entre les fonctions et les usages. En un peu plus d'un siècle, la perception du fleuve a ainsi changé sur trois grands points :

- Sur le plan scientifique et technique, il s'avère désormais nécessaire de rechercher un meilleur compromis entre le développement économique et la préservation des milieux naturels. C'est l'enjeu de la gestion durable.
- Sur le plan institutionnel, la consolidation législative et réglementaire des acquis scientifiques (loi sur l'eau de 1992, directive cadre européenne d'octobre 2000 pour une politique

communautaire dans le domaine de l'eau) a abouti à la définition d'un nouveau cadre des actions ayant une incidence sur l'état des milieux aquatiques.

- Enfin, sur le plan socio-politique, la diversité des enjeux a engendré une diversité d'acteurs (pouvoirs publics, aménageurs, collectivités locales, associations, etc.) et une multiplication des objectifs et des contraintes.

Bien que la nature semble progressivement s'intégrer au fonctionnement socio-économique de la vallée du Rhône, le futur des milieux naturels liés au fleuve semble encore incertain (Fruget & Michelot, 1997). Une volonté sociale, politique et économique, similaire à celle ayant prévalu au moment de l'aménagement contemporain du fleuve il y a près d'un siècle, s'avère aujourd'hui nécessaire pour le sauvegarder et le restaurer. Des décisions et des actions récentes (plan décennal de restauration, en particulier) laissent toutefois entrevoir une lente mais positive évolution, qui restera malgré tout limitée au regard du système fluvial originel.

Biographie de l'auteur

Docteurs ès-sciences de l'Université Lyon 1, l'auteur travaille depuis près de 20 ans sur l'écologie des grands cours aménagés. Il dirige le bureau d'études ARALEP (Application de la Recherche A L'Expertise des Pollutions), spécialisé dans l'expertise et la recherche appliquée en écologie des eaux douces. Ses travaux concernent en particulier les impacts des barrages et des rejets thermiques des centrales nucléaires sur la faune et la flore aquatiques, et il collabore au plan décennal de restauration hydraulique et écologique du fleuve Rhône. Il est l'auteur de nombreuses publications sur l'impact des aménagements ou projets d'aménagements sur les hydrosystèmes fluviaux (projet de canal à grand gabarit Saône-Rhin, aménagement du Rhône, etc.). Il travaille plus particulièrement sur les problèmes de variabilité spatio-temporelle des espèces et des milieux aquatiques face aux perturbations naturelles et anthropiques.

Bibliographie

- Agence de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse 1988. *Qualité du fleuve Rhône. Synthèse des connaissances*. Rapport Agence de l'Eau RMC, Lyon, 251 p.
- Alexis S., Amoros C., Chirouze J.P., Guilhaudin P. & Roux A.L. 2001. *Le Rhône : histoire d'une évolution, du développement industriel au "réaménagement durable"*. Actes du Colloque Lyon Fleuves 2001 "Scientifiques et décideurs. Agir ensemble pour une gestion durable des systèmes fluviaux", Agence de l'Eau RMC, Lyon, Juin 2001.
- Amoros C. 1991. Changes in side-arm connectivity and implications for river system management. *Rivers* 2 (2), 105-112.
- Amoros C. & Roux A.L. 1988. Interaction between water bodies within the floodplain of large rivers: function and development of connectivity. *Münstersche Geographische Arbeiten* 29, 125-130.
- Amoros C., Roux A.L., Reygrobellet J.L., Bravard J.P. & Pautou G. 1987. A method for applied ecological studies of fluvial hydrosystems. *Regulated Rivers* 1 (1), 17-36.
- Bacalbasa-Dobrovici N. 1989. The Danube River and its fisheries. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences* 106, 455-468.

- Backiel T. & Penczak T. 1989. The fish and fisheries in the Vistula River and its tributary, the Pilica River. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences* 106, 488-503.
- Bayley P.B. 1995. Understanding large river-floodplain ecosystems. *BioScience* 45 (3), 153-158.
- Béthémont J. 1972. *Le thème de l'eau dans la vallée du Rhône*. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de St-Etienne, 642 p.
- Boutitie F. 1984. *L'Apron, poisson rare menacé de disparition (biologie, répartition, habitat)*. Mémoire de DEA, Université Lyon 1, 173 p.
- Bravard J.P. 1987. *Le Rhône du Léman à Lyon*. La Manufacture (ed.), Lyon, 451 p.
- Carbiener R. & Schnitzler A. 1990. Evolution of major pattern models and processes of alluvial forest of the Rhine in the rift valley (France/Germany). *Vegetatio* 88, 115-129.
- CEMAGREF 1997. *Aide à la décision de débits réservés dans le vieux Rhône de Péage-de-Roussillon : peuplements de poissons et approche par la méthode des microhabitats*. Rapport à l'Agence de l'Eau RMC & CNR, 46 p.
- Comission de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse - Groupe de Travail Migrateurs, 1993. *Le Rhône retrouve ses grands migrateurs. L'aloise dans le bassin du Bas-Rhône jusqu'à l'Ardèche*. 13 p.
- Coulet M., Vénard B. & Monnet P. 1997. *Impact de l'aménagement hydroélectrique du Rhône sur l'écosystème fluvial. Première approche*. FRAPNA (ed.), Lyon, 181 p.
- Délégation de Bassin 1991. *Schéma de vocation piscicole du fleuve Rhône. Rapport de synthèse*. 202 p. + annexes.
- Délégation de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse, 1990. *Schéma de vocation piscicole du fleuve Rhône. Document n°4. Suivi de la migration des aloises*. 7 p. + annexes.
- Dessaix J., Fruguet J.F., Olivier J.M. & Beffy J.L. 1995. Changes of the macroinvertebrate communities in the dammed and by-passed sections of the French Upper Rhône after its regulation. *Regulated Rivers* 10 (2-4), 265-279.
- Dynesius M. & Nilsson C. 1994. Fragmentation and flow regulation of river systems in the northern third of the world. *Science* 266, 753-762.
- Erome G. 1982. *Contribution à la connaissance éco-éthologique du Castor dans la vallée du Rhône*. Thèse d'Université, Université Lyon 1, 284 p.
- Fruguet J.F. 1992. Ecology of the Lower Rhône following 200 years of human influence: a review. *Regulated Rivers* 7 (3), 233-246.
- Fruguet J.F. 1989. *L'aménagement du Bas-Rhône. Evolution du fleuve et influence sur les peuplements de macroinvertébrés benthiques*. Thèse de Doctorat, Université Lyon 1, 481 p.
- Fruguet J.F. & Michelot J.L. 2001. Biodiversity of the French River Rhône and its floodplain : current state, historical changes and restoration potential. In B. Gopal, W.J. Junk & J.A. Davis (Eds.), *Biodiversity in wetlands: assessment, function and conservation*, Vol. 2, Backhuys Publ., Leiden, The Netherlands, 1-28.
- Fruguet J.F. & Michelot J.L. 1997. Dérives écologiques et gestion du milieu fluvial rhodanien. *Revue de Géographie de Lyon* 72 (1), 35-48.
- Fruguet J.F., Centofanti M., Dessaix J., Olivier J.M., Druart J.C. & Martinez P.J., 1999. Synthèse des dix premières années de suivi hydrobiologique du Rhône au niveau de la centrale nucléaire de Saint-Alban. *Hydroécol. Appl.*, 11 (1-2), 29-69.
- Fruguet J.F., Centofanti M., Dessaix J., Olivier J.M., Druart J.C. & Martinez P.J., 2001. Temporal and spatial dynamics in large rivers : example of a long term monitoring of the middle Rhône River. *Annales de limnologie*, 37 (3), 237-251.
- Gallois C., 1946. L'Aloise du Rhône. *Bull. Fr. Pisc.*, 141, 162-176.
- Gallois C., 1950. Les migrateurs du Rhône. Situation actuelle et conditions de son amélioration. *Bull. Off. Cons. Pêche.*, 2, 40-44.
- Heiler G., Hein T., Schiemer F. & Bornette G. 1995. Hydrological connectivity and flood pulses as the central aspects for the integrity of a river-floodplain system. *Regulated Rivers* 11, 351-361.
- Henry C.P. & Amoros C. 1995. Restoration ecology of riverine wetlands: I. A scientific base. *Environmental Management* 19 (6), 891-902.
- Illies J. (ed.) 1978. *Limnofauna Europaea*. 2nd édition, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 532 p.
- Jankovic D., Krpo J., Hegedis A., Maletin S. & Kostic D. 1987. Die Struktur der Ichthyofauna im jugoslawischen Donauteil nach Untersuchungsängen in 1986. *26 Arbeitstagung der I.A.D., Passau*, 261-265.
- Keith P., Allardi J. & Moutou B. 1992. *Livre rouge des espèces menacées de poissons d'eau douce de France et bilan des introductions*. MNHN, CEMAGREF, CSP, Ministère de l'Environnement, Paris, 111 p.
- Kiener A., 1985. *Au fil de l'eau en pays méditerranéen. Milieux aquatiques, poissons et pêche, gestion*. Aubanel éd., Avignon, 308 p.
- Klingeman P.C., Bravard J.P. Giuliani Y., Olivier J.M. & Pautou G. 1998. Hydropower reach by-passing and dewatering impacts in gravel-bed rivers. In P.C. Klingeman, R.L. Beschta, P.D. Komar & J.B. Bradley (Eds), *Gravel-bed rivers in the environment*, Water Resources Publications, LLC, USA, 313-344.
- Lamouroux N., Doutriaux E., Terrier C. & Zylberblat M. 1999. Modélisation des impacts de la gestion des débits réservés du Rhône sur les peuplements piscicoles. *Bulletin Français de la Pêche et la Pisciculture* 352, 45-61.
- Lelek A. 1989. The Rhine River and some of its tributaries under human impact in the last two centuries. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences* 106, 469-487.
- Lelek A. & Köhler C. 1990. Restoration of fish communities of the Rhine River two years after a heavy pollution wave. *Regulated Rivers* 5 (1), 57-66.
- Liepolt R. (ed.) 1967. *Limnologie der Donau*. E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 591 p.
- Maurin H. & Keith P. (eds) 1994. *Le livre rouge. Inventaire de la faune menacée de France*. Editions Nathan, Paris, 175 p.
- Michelot J.L., 1992. *Le statut de la Loutré dans le bassin du Rhône 1982-1992*. Rapport CORA / CNR, 123 p.
- Michelot J.L. 1990. Influence de la gestion de la végétation sur l'avifaune nicheuse des digues artificielles du Rhône. In M. Bournaud et al., *Peuplements d'oiseaux et propriétés des écosystèmes de la plaine du Rhône : descripteurs de fonctionnement global et gestion des berges*. Rapport CORA & Université Lyon 1 au SRETIE, Ministère de l'Environnement, Paris, 45-120.
- Michelot J.L. 1989a. *Les espaces naturels de la vallée du Rhône, éléments pour une politique de gestion intégrée*. Thèse de Doctorat, Université Lyon 3, 523 p.
- Michelot J.L. 1989b. Successions écologiques primaires et avifaune nicheuse sur les plates-formes artificielles du Rhône aménagé. *Bièvre* 10 (1), 79-93.
- Michelot J.L., De Alencastro L.F., Laurent L., Beker Van Slooten K., Granjean D., 1995. *Projet de réintroduction de la loutré dans le bassin du Rhône. Contamination des cours d'eau par les PCBs*. Rapport CORA-EPFL / CNR, 41p + annexes.
- Mordukhai-Boltovskoi P.D. 1979b. Zoobenthos and other invertebrates living on substrata in the Volga reservoirs. In Mordukhai-Boltovskoi P.D. (Ed.), *The River Volga and its life*, Dr W. Junk Publishers, The Hague, 235-268.
- Pardé M. 1925. *Le régime du Rhône. Etude hydrologique. 1ère partie. Etude générale*. Université de Lyon, Institut des Etudes Rhodaniennes, Masson (ed.), Paris, 887 p.
- Pattee E., 1988. Fish and their environment in large european river ecosystems. The Rhône. *Sci. Eau* 7 (1), 35-74.
- Penel H., 1994. *Projet de restauration de la lône de Géronton à Baix (Ardèche)*. *Le statut du castor*. Rapport à la CNR, 45 p.
- Perrin J.F. 1988. Maintien en aquarium de l'Apron du Rhône, *Zingel asper* (L.), espèce menacée d'extinction. *Revue Française d'Aquariophilie* 15 (1), 17-20.
- Persat H. 1988. *De la biologie des populations de l'Ombre commun Thymallus thymalus (L. 1758) à la dynamique des communautés dans un hydrosystème fluvial aménagé, le Haut-Rhône français. Eléments pour un changement d'échelles*, Thèse de Doctorat d'Etat, Université Lyon 1, 223 p.
- Persat H., Bravard J.P. & Olivier J.M. 1995. Stream and riparian management of large braided mid-European rivers, and consequences for fish. In N.B. Armantrout (ed.), *Condition of the World's Aquatic Habitats*. Proceedings of the World Fisheries Congress, Athens, May 1992, Theme 1. Oxford and IBH Publishing Co. Pvt. Ltd., New-Delhi, 139-169.
- Petts G.E. 1984. *Impounded rivers. Perspectives for ecological management*. J. Wiley and Sons, Chichester, 326 p.
- Petts G.E., Moller H. & Roux A.L. (eds) 1989. *Historical change of large alluvial rivers: Western Europe*. J. Wiley and Sons, Chichester, 355 p.
- Pont B. 1985. Statut des oiseaux d'eau dans la moyenne vallée du Rhône, évolutions récentes. *Bièvre* 7 (1), 1-25.

- Prat N., Munné A., Rieradevall M., Carceller F., Fons J., Chacon G., Ibanez J., Font X., Carmonia J.M. & Romo A. 2000. Biodiversity of a Mediterranean stream drainage network. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 27 (1), 135-139.
- Quignard J.P., 1977. *Le Rhône et quelques problèmes concernant ses poissons ou histoire naturelle de ce fleuve*. Editions de la Sabranenque, Bagnols/Cèze, 23 p.
- Rameye L., Kiener A., Spillmann C.P. & Biousse J. 1976. Aspects de la biologie de l'Alose du Rhône. Pêche et difficultés croissantes de ses migrations. *Bull. Fr. Pesci.*, 263, 50-74.
- Roux A.L. (ouvrage collectif publié sous la direction de) 1982. *Cartographie polythématique appliquée à la gestion écologique des eaux. Etude d'un hydrosystème fluvial : le Haut-Rhône français*. CNRS Ed., CRDP Lyon, 116 p.
- Salvador P.G., 1983. *Les impacts de l'aménagement du Rhône à l'aval de Pierre-Bénite (km 1 à 16). L'évolution du fleuve et des paysages de la vallée (1838-1980)*. Rapport de DEA, Univ. Lyon 3, 120 p.
- Schiemer F. & Spindler T. 1989. Endangered fish species of the Danube River in Austria. *Regulated Rivers* 4, 397-407.
- Schiemer F. & Waidbacher H. 1992. Strategies for conservation of a Danubian fish fauna. In P.J. Boon, P. Calow and G.E. Petts (eds), *River conservation and management*, J. Wiley and Sons, Chichester, 363-382.
- Sparks R.E. 1995. Need for ecosystem management of large rivers and their floodplains. *BioScience* 45 (3), 168-182.
- Tockner K., Schiemer F. & Ward J.V. 1998. Conservation by restoration: the management concept for a river-floodplain system on the Danube River in Austria. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 8, 71-86.
- Usseglio-Polatera P. 1985. *Evolution des peuplements de Trichoptères et d'Ephéméroptères du Rhône à Lyon (1959-1982) : résultats de piégeages lumineux*. Thèse de Doctorat, Université Lyon 1, T I 248 p, T II 203 p.
- Van den Brink F.W.B., Van der Velde G., Buijse A.D. & Klink A.G. 1996. Biodiversity in the Lower Rhine and Meuse river-floodplains: its significance for ecological river management. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 30 (2-3), 129-149.
- Ward J.V., Tockner K. & Schiemer F. 1999. Biodiversity of floodplain river ecosystems: ecotones and connectivity. *Regulated Rivers* 15, 125-139.



Rhône court-circuité de Péage-de-Roussillon. En débit réservé (20 m³/s) et lors d'une crue (1800 m³/s). Photos : J.F. Fruget.

INFLUENCE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR L'HYDROLOGIE DU BASSIN DE LA SEINE

Agnès Ducharne¹, Sylvain Théry¹, Pascal Viennot², Emmanuel Ledoux², Eric Gomez², Michel Déqué³,
¹Laboratoire CNRS Sisyphé, Université Pierre et Marie Curie, Paris, France, ²Laboratoire CNRS Sisyphé, École des Mines de Paris, Fontainebleau, France, ³CNRM, Météo-France, Toulouse, France.

Adresse de correspondance : Agnès Ducharne, UMR Sisyphé, Université Pierre et Marie Curie, Case 123, 4 place Jussieu, 75252 Paris cedex 05, France, Tel : +33.1.44.27.51.27, Fax: +33.1.44.27.45.88, Courriel : ducharne@ccr.jussieu.fr

Résumé : Pour évaluer l'impact du changement climatique sur l'hydrologie de la Seine et de son bassin, nous avons construit trois scénarios de changement climatique à partir de trois paires de simulations réalisées avec le modèle de circulation générale ARPEGE (Météo-France). Leur impact a été testé grâce à 2 modèles hydrologiques : le modèle CaB, développé pour simuler les bilans d'eau et d'énergie dans les modèles de circulation générale mais qui ignore les aquifères profonds, contrairement au modèle hydrogéologique MODCOU. Ces deux modèles s'accordent, selon les trois scénarios, sur une intensification des contrastes saisonniers sous changement climatique, illustrée par des crues plus importantes en hiver et des étiages plus sévères en été.

Mots clés : changement climatique, bassin de la Seine, impact hydrologique, intensification des contrastes saisonniers.

Abstract : In order to assess the impact of climate change on the hydrology of the Seine and its basin, we constructed three scenarios of climate change from three pairs of simulations using the ARPEGE general circulation model (Météo-France). Their impact was tested using two hydrological models : the model CaB, developed to simulate the water and energy budgets in general circulation models, but ignoring deep aquifers, unlike the hydrogeological model MODCOU. These two models agree, under the three scenarios, on an enhancement of seasonal contrasts, illustrated by larger floods in winter and more severe low flows in summer.

Keywords : climate change, Seine basin, hydrological impact, enhancement of seasonal contrasts.

Introduction

Contexte hydrologique actuel

Le bassin versant de la Seine couvre 78600 km² (au Havre), soit 12 % de la surface de la France. Il s'inscrit en presque totalité dans le bassin de Paris, limité par le socle hercynien des Ardennes et des Vosges à l'Est, du Massif Central au Sud (Morvan inclus dans le bassin versant de la Seine) et du Massif Armoricaïn à l'Ouest. Ce bassin sédimentaire est caractérisé par un empilement de formations sédimentaires à faible pendage convergent vers le centre (géométrie dite « en pile d'assiette »), comprenant d'importantes formations aquifères séparées par des formations semi-perméables. Leurs affleurements forment des auréoles concentriques dont l'altitude tend à augmenter quand on s'éloigne du centre du bassin, vers l'Est notamment (cuestas). Notons cependant que les aquifères les plus profonds (correspondant aux couches les plus anciennes) sont plus étendus que le bassin versant topographique.

Le relief de ce bassin est donc peu accidenté (Figure 1), avec des altitudes généralement inférieures à 300 m, dépassant rarement 500 m sauf dans le Morvan où elles culminent à 900 m. Ces altitudes modérées expliquent les faibles pentes des cours d'eau (0.01 à 0.03 m / 100m), qui coulent globalement vers l'ouest en incisant les cuestas orientales, puis les plateaux du centre du bassin (plaines de Beauce et de Picardie par exemple) avant de méandrer dans les plaines alluviales, notamment à l'aval de Paris. La Seine se jette dans la Manche (Océan Atlantique) au Havre, après un parcours de 776 km, mais le domaine estuarien (eaux saumâtres et influence hydrodynamique de la marée) commence à Poses, à 166 km en amont du Havre.

Les sols actuellement présents sur le bassin de la Seine se sont formés à partir d'une couverture de limons et d'argiles quaternaires qui recouvrent les formations géologiques. En général, ils sont pourvus de bonnes capacités de rétention d'eau, qui contribuent à réguler le débit des rivières, en association avec une contribution importante des aquifères (dont le drainage vers les rivières constitue le débit de base de ces dernières) et une pluviométrie bien répartie au cours de l'année.

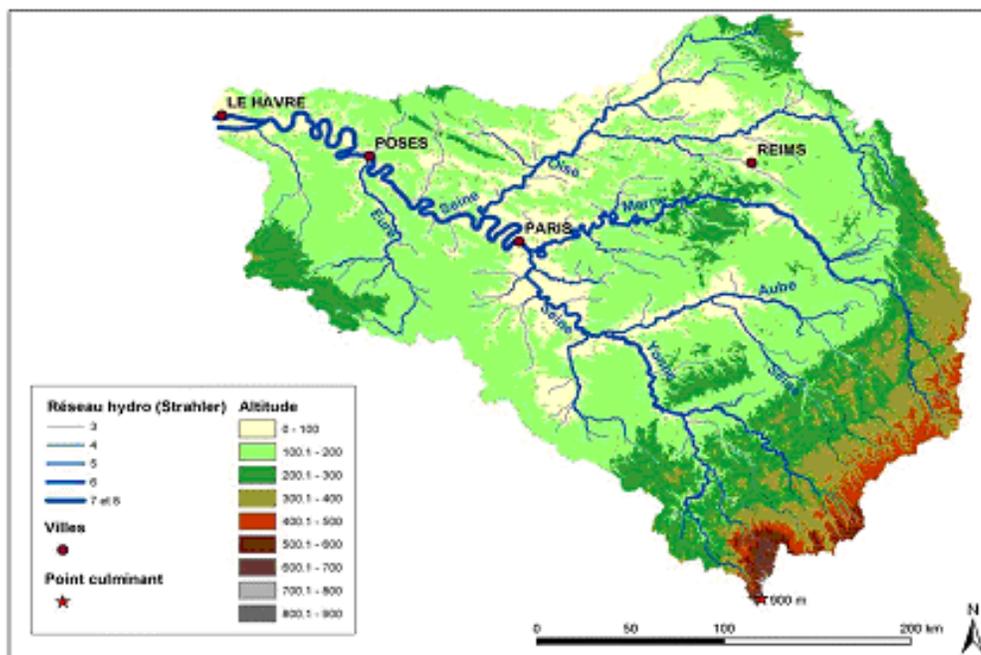


Figure 1 : Topographie et réseau hydrographique du bassin de la Seine.

Celle-ci s'explique par un apport assez constant d'humidité par les vents d'ouest issus de l'Océan Atlantique (climat océanique). Cette humidité précipite abondamment sur les régions côtières du nord-ouest (Normandie, avec une pluviométrie de 800 à 1100 mm/an) puis sur les reliefs sud-est du bassin (pluviométrie supérieure à 800 mm/an pouvant atteindre 1300 mm dans le Morvan). Les plateaux du centre du bassin sont moins bien arrosés (pluviométrie de 550 à 850 mm/an) car les vents d'ouest humides n'y rencontrent pas d'obstacle orographique favorisant la précipitation. La pluviométrie moyenne sur l'ensemble du bassin est de 750 mm/an (moyenne sur 1931-1960 ; AESN, 1976) et se répartit en 550 mm/an d'évapotranspiration, et 200 mm/an d'écoulement. Cette valeur est faible comparée aux autres fleuves français, qui prennent leur source dans des massifs montagneux plus élevés, donc plus arrosés. Pour les mêmes raisons, la Seine est le fleuve français où l'influence de la neige est la plus faible : le nombre de jours de neige est très faible, à l'exception du Morvan où il peut atteindre 40 jours, et l'influence nivale sur le régime hydrologique des rivières est négligeable.

Ce régime est dit « pluvial océanique », avec un débit maximal en hiver quand l'évapotranspiration est faible, et minimal en été quand l'évapotranspiration est forte. A Poses par exemple, le débit moyen de la Seine est d'environ 480 m³/s et varie entre 240 m³/s en août et 805 m³/s en février (moyennes sur 1974-2000). Ces valeurs moyennes sont bien sûr soumises à une importante variabilité inter-annuelle. Les trois dernières crues les plus

importantes, en 1910, 1955 et 2001, ont ainsi vu des débits à Poses de 2500, 2300, 2200 m³/s respectivement.

Enjeux actuels de gestion de l'eau

Le bassin de la Seine bénéficiant d'une pluviométrie suffisante et d'aquifères importants, la ressource en eau n'y est pas un problème majeur. D'un point de vue quantitatif, ce sont plutôt les crues, et leur cortège d'inondations dans le bassin, qui suscitent les plus vives craintes. Ainsi, les crues de 1910, 1955 et 2001 ont causé d'importants dommages à Paris, et dès 1910, il fut décidé d'un programme de construction de barrages-réservoirs à l'amont du bassin. Les trois principaux ont été construits en dérivation de la Seine, de la Marne et de l'Aube, sur une auréole argileuse environ 200 km à l'amont de Paris, entre 1966 et 1991. Ils permettent un écrêtement des crues, sensible à l'échelle régionale, mais toutefois limité à Paris étant donné leur éloignement. Là, leur rôle majeur réside dans le soutien du débit d'étiage en fin d'été et en automne, ces trois réservoirs pouvant restituer 60 m³/s, ce qui peut doubler le débit d'étiage à Paris lors des années sèches (Meybeck et al., 1998).

Ce soutien permet d'assurer les prises d'eau nécessaires à la production d'eau potable pour l'agglomération parisienne (Tableau 1), et de limiter les problèmes de qualité de l'eau, menacée par des pressions anthropiques intenses, avec des répercussions tant environnementales que pour l'alimentation en eau potable.

	Total (10 ⁶ m ³ /an)	Prélevé en nappe (%)
Industries	1553	10
dont EDF*	1052	1.5
Distribution urbaine	1088	51
dont l'Ile-de-France**	890	44
Agriculture	40	88
Total	2681	28

Tableau 1 : Prélèvements d'eau dans le bassin de la Seine, bassin de l'Eure exclu, de 1988 à 1992 (Source : Meybeck et al., 1998). * EDF: Électricité de France, compagnie national d'énergie, ** Une partie de l'eau prélevée pour l'Ile-de-France est puisée en nappe hors d'Ile-de-France (alimentation historique de Paris) ; elle est incluse dans la ligne Ile-de-France.

La qualité de l'eau est globalement bonne à l'amont du bassin, à l'exception désormais incontournable d'une pollution de plus en plus marquée par les nitrates d'origine agricole (fertilisants), qui contaminent l'ensemble des aquifères alimentant les rivières. La qualité de l'eau subit en outre une dégradation marquée vers l'aval, en conséquence de l'urbanisation et de l'industrialisation du paysage. Le bassin de la Seine concentre 20 millions d'habitants (soit environ 30 % de la population française), dont plus de 10 millions dans l'agglomération parisienne, ainsi que 40% des activités industrielles nationales. Malgré d'importants efforts de traitement (par exemple, la station d'épuration d'Achères, à l'aval de Paris, est la deuxième station d'épuration au monde en terme de volume traité, et bénéficie des dernières innovations technologiques), les rejets associés perturbent la qualité du milieu aquatique : la dégradation de la matière organique et l'oxydation de l'ammoniaque (nitrification) nécessitent de l'oxygène et l'on observe des déficits en oxygène importants jusqu'à 100 km à l'aval de Paris (Meybeck et al., 1998). De plus, l'action combinée des nitrates d'origine agricole et des rejets de phosphates (détergents) favorisent l'eutrophisation, qui peut accentuer les déficits en oxygène, et poser des problèmes pour la survie des populations piscicoles. Ces problèmes, réduits par l'importante diminution des phosphates dans les produits lessiviels, restent sensibles en été (Billen et al., 1994) du fait des faibles débits qui entraînent une augmentation des concentrations (rejets dans des volumes moindres) et des temps de résidence dans le milieu (car la vitesse des cours d'eau diminue avec le débit).

La problématique du changement climatique

La réalité d'un changement climatique dû à l'augmentation des gaz à effet de serre (GES), et notamment du CO₂, fait désormais l'objet d'un consensus bien affirmé (Houghton et al., 2001). Ce consensus repose sur la convergence de nombreux éléments de preuve, relatifs :

- aux tendances de la température au cours des derniers siècles (e.g. Mann et al., 1998),

- à la comparaison de telles tendances avec la variabilité naturelle du système climatique (e.g. Hegerl et al., 1997),
- aux simulations, par les modèles de circulation générale (MCG ; e.g. Gachon, 2000), du changement climatique qui pourrait résulter d'augmentations variées des GES.

Les études les plus récentes de l'IPCC (International Panel for Climate Change ; Houghton et al., 2001) montrent que la température moyenne de la surface du globe pourrait augmenter de 1.5 à 6°C d'ici à 2100, cette fourchette représentant l'incertitude liée aux MCG d'une part, et à l'évolution des émissions de GES d'autre part. Par rapport au cycle de l'eau, ce réchauffement global entraîne une augmentation de l'évaporation et, par suite, des précipitations moyennes à l'échelle du globe. Les variations de précipitation constituent cependant une des incertitudes majeures quant aux effets potentiels de l'augmentation de CO₂, à cause notamment de la mauvaise connaissance des mécanismes de rétroaction entre processus radiatifs, convection et couverture nuageuse (Cess et al., 1993). De plus, ces incertitudes augmentent à l'échelle régionale, comme en Europe, où Kittel et al. (1998) trouvent que les changements de précipitation moyenne simulés en été ont des signes différents selon les MCG.

Le changement le plus probable en Europe correspond cependant à une intensification des contrastes hydrologiques, avec des risques accrus d'inondations en hiver et de sécheresses en été. Il importe donc de préciser la nature de ces risques, et d'étudier leurs conséquences sur les hydrosystèmes continentaux (cours d'eau et systèmes aquifères), qui définissent la ressource en eau, sous son double aspect de la quantité et de la qualité.

C'est dans ce contexte que s'inscrit le projet « GICC-Seine », développé dans le cadre du programme « Gestion et Impact du Changement Climatique » du Ministère Français de l'Écologie et du Développement Durable. L'objectif de ce projet est d'étudier l'influence du changement climatique sur la ressource en eau dans le bassin de la Seine, en relation avec les changements des

contraintes anthropiques directes, notamment celles qui sont liées à l'agriculture. Nous ne détaillerons dans cet article que les impacts hydrologiques du changement climatique, mais le projet s'intéresse aussi aux conséquences directes et indirectes des modifications climatiques sur la qualité des écosystèmes aquatiques (nutriments, eutrophisation, oxygène).

Une étude basée sur la modélisation

Deux modèles hydrologiques de complexité différente

Le modèle CaB (pour « Catchment-Based » ; Koster et al., 2000) est un modèle du fonctionnement des surfaces continentales, qui décrit sur des bases physiques l'influence du climat sur les écoulements. Il combine :

- une approche TSVA (« Transferts Sol-Végétation-Atmosphère »), où l'évapotranspiration est couplée au bilan d'énergie, et contrôlée par la végétation et divers facteurs de stress (hydriques notamment),
- une approche basée sur le modèle hydrologique TOPMODEL (Beven et Kirkby, 1979) pour gérer les écoulements superficiels et souterrains. Selon cette approche, le domaine d'étude est discrétisé en bassin

versants élémentaires, toujours pourvus d'une nappe phréatique. Sous l'hypothèse que les gradients topographiques sont une bonne approximation des gradients hydrauliques, on exploite une description à haute résolution de la topographie de chaque bassin élémentaire pour dériver, à chaque pas de temps (20 minutes), une distribution spatiale de la profondeur de la nappe en fonction de l'humidité moyenne du bassin. Cette distribution contrôle les transferts verticaux entre zone racinaire et nappe ainsi que l'écoulement de base (écoulement de la nappe vers les cours d'eau). Il faut cependant noter que cette nappe phréatique « conceptuelle » n'est pas équivalente à un système aquifère multicouche comme celui qui prévaut dans le bassin de la Seine.

Originellement développé pour être couplé à un MCG, le modèle CaB est particulièrement adapté pour faire le lien entre hydrologie et climat. En particulier, les variables météorologiques nécessaires en entrée de ce modèle sont toutes simulées par les MCG: précipitations, rayonnement incident (visible et infra-rouge), température et humidité de l'air à 2 m, vitesse du vent à 10m et pression atmosphérique à la surface.

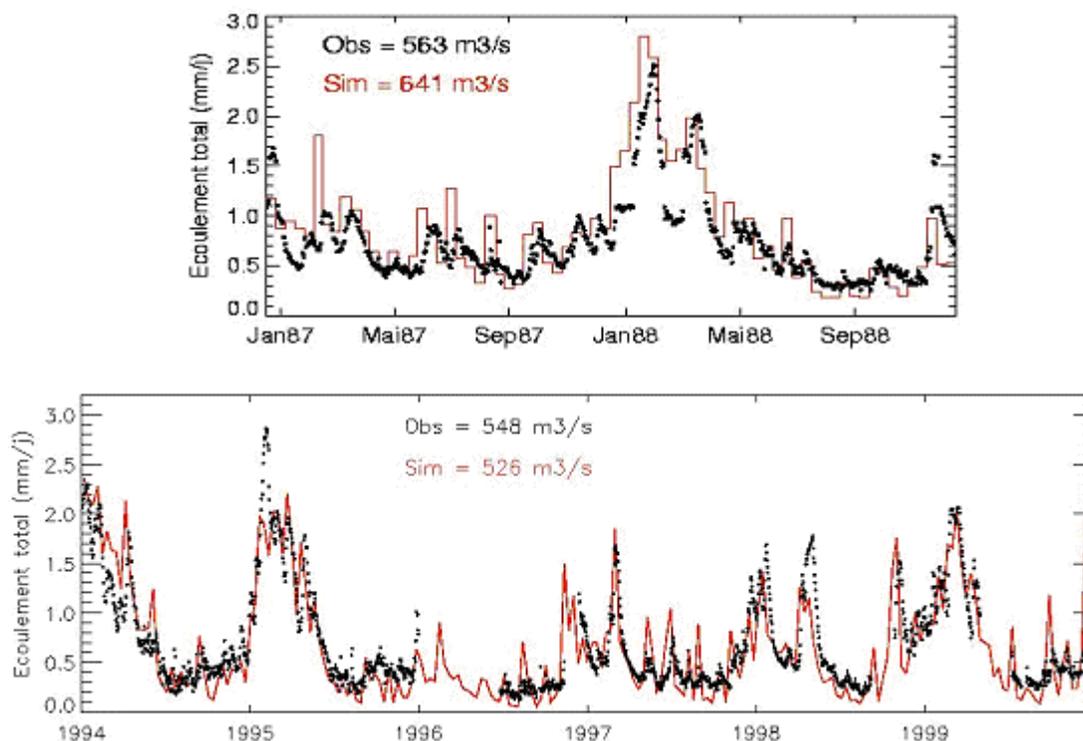


Figure 2. Comparaison des écoulements observés (valeurs journalières en noir) et simulés par CaB (moyennes décadaires en rouge) à Poses, en 1987-1988 (haut) et 1994-1999 (bas).

Le modèle CaB a été validé dans les bassins de l'Arkansas-Red River (Ducharme et al., 2000) et dans le bassin de la Seine. Celui-ci est subdivisé en 29 bassins élémentaires (2600 km en moyenne), où les paramètres du modèle sont définis à partir d'informations sur la topographie (résolution de 100m), les propriétés des sols et de la couverture végétale. Le modèle a montré des performances satisfaisantes (Figure 2) sur deux périodes au climat contrasté :

- 1987-1988 (température de 9.25°C et précipitations de 760 mm/an en moyenne), avec un forçage météorologique issu des données ISLSCP Initiative I (Sellers et al., 1996),
- 1994-1999 (température de 11.0°C et précipitations de 775 mm/an en moyenne), avec un forçage météorologique interpolé à partir de données d'une centaine de stations de mesure du réseau Météo-France.

Notons que l'écart de température entre ces deux périodes est dans la gamme du réchauffement que l'on peut attendre, en moyenne à long-terme (horizon 2050 à 2100), suite à l'augmentation des GES (Tableau 2). Ceci suggère que l'on peut transposer le modèle CaB en situation de changement de changement climatique avec une confiance raisonnable.

Le modèle MODCOU (Ledoux, 1980 ; Ledoux et al., 1989) a pour objectif la simulation conjointe des écoulements de surface et des écoulements souterrains dans les aquifères. Le domaine est discrétisé en mailles carrées emboîtées, formant une structure multicouche (une couche de surface et trois couches aquifères dans le bassin de la Seine, Figure 3). Aux mailles sont rattachées les caractéristiques physiques du domaine : direction de drainage, pente, distribution des zones de production, etc. pour les mailles de surface, transmissivité, coefficient d'emménagement, etc. pour les mailles souterraines. Le modèle utilise cinq modules inter-connectés pour représenter les circulations d'eau dans le bassin :

- un module d'entrée (ou de forçage), qui prend en compte les données météorologiques d'entrée (précipitations et évapotranspiration potentielle ou ETP) ; ici, elles ont été fournies par Météo-France sur la période 1970-1989 et sur une grille régulière de huit kilomètres de côté couvrant l'ensemble du bassin,
- un module de production, qui calcule évapotranspiration, infiltration, ruissellement et stockage dans le sol (bilan d'eau) en fonction des précipitations, de l'ETP et de paramètres de structure (types de sol, mode d'occupation) caractérisant des zones de production homogènes,
- un module de transfert en surface, qui achemine en rivière l'eau de ruissellement ainsi que celle issue des échanges avec le domaine souterrain,

- un module de transfert souterrain, qui simule les écoulements dans les aquifères en fonction de l'infiltration depuis la surface et des échanges nappes-rivière,
- un module d'échange surface-souterrain, qui calcule les échanges à double sens entre les deux milieux (aquifères et cours d'eau).

Le calage des données de structure de la couche de surface et des trois couches souterraines représentées (Oligocène, Eocène et Craie) a été effectué pour optimiser la restitution des débits de 125 stations hydrométriques et celle des charges hydrauliques de 139 piézomètres (Gomez, 2002). A titre d'exemple, la figure 4 présente la comparaison des débits calculés et mesurés à la station hydrométrique de Poses et les variations piézométriques mesurées et calculées dans la nappe de la Craie (piézomètre de Villeneuve).

Simulations climatiques

Les MCG sont les meilleurs outils actuellement disponibles pour appréhender le probable changement climatique dû à l'augmentation anthropique des GES, les méthodes alternatives se limitant aux méthodes des analogues temporels ou spatiaux (Arnell, 1994). Les projections du changement climatique par les MCG présentent les avantages d'être quantifiées, spatialisées et de prendre en compte la physique du système climatique au mieux des connaissances actuelles. Ils sont donc largement utilisés pour étudier les impacts du changement climatique, notamment sur les hydrosystèmes continentaux. Ces modèles, ainsi que leurs paramétrisations des processus physiques, sont cependant sujets à de nombreuses incertitudes, dont l'évaluation est problématique (Planton, 1999), et qui augmentent à l'échelle régionale (e.g. Kittel et al., 1998). Leurs projections du changement climatique sont aussi soumises aux incertitudes inhérentes aux scénarios d'émissions en GES. Il semble donc fondamental de disposer de plusieurs projections, dont les différences donnent une idée de la marge d'incertitude du changement climatique potentiel.

Nous avons donc commencé par exploiter le changement climatique simulé par deux versions d'un même MCG : le modèle ARPEGE (Météo-France). Ces deux versions (Déqué et al., 1998 ; Gibelin et Déqué, 2003) partagent la caractéristique d'un maillage variable, qui est plus dense dans une région dite « zoom ». Ceci permet régionalement une résolution plus fine qu'un MCG à maillage régulier (200 km de côté au minimum), tout en maintenant la cohérence de la dynamique de l'atmosphère à grande échelle. C'est un avantage de la méthode « zoom » par rapport aux méthodes de désagrégation vers l'échelle régionale des MCG à maillage régulier (par des modèles régionaux emboîtés ou des méthodes statistiques), qui s'accompagnent de leurs propres incertitudes, et ne font pas encore l'objet d'un consensus (Hutjes et al., 1998).

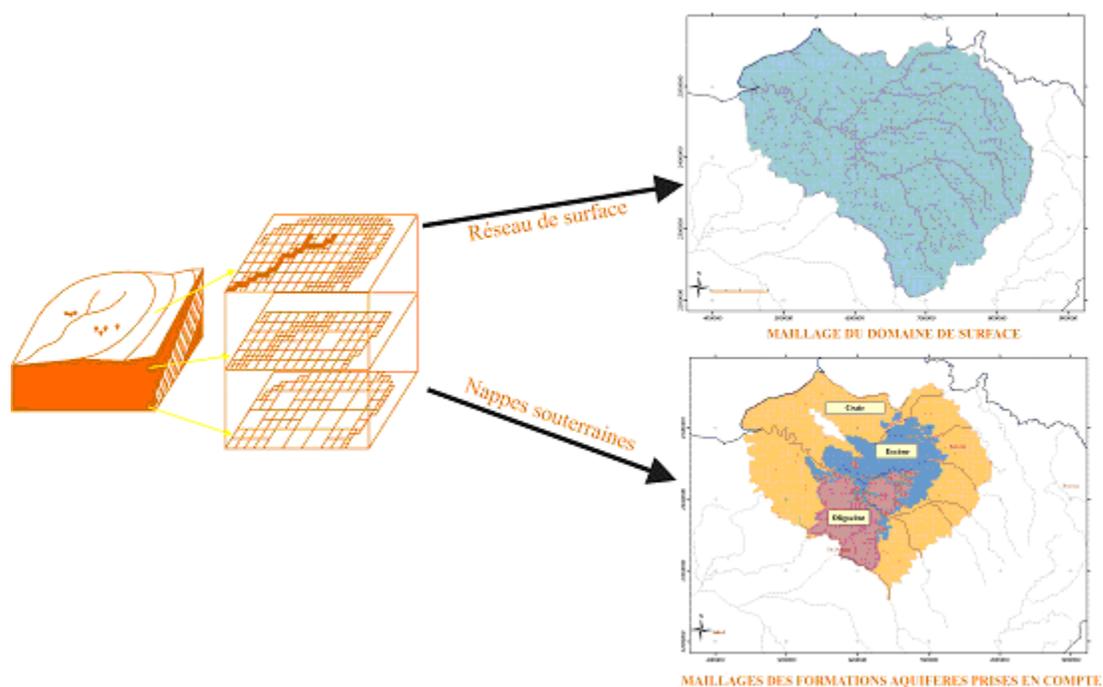


Figure 3. Conceptualisation hydrogéologique du bassin de la Seine selon le modèle MODCOU.

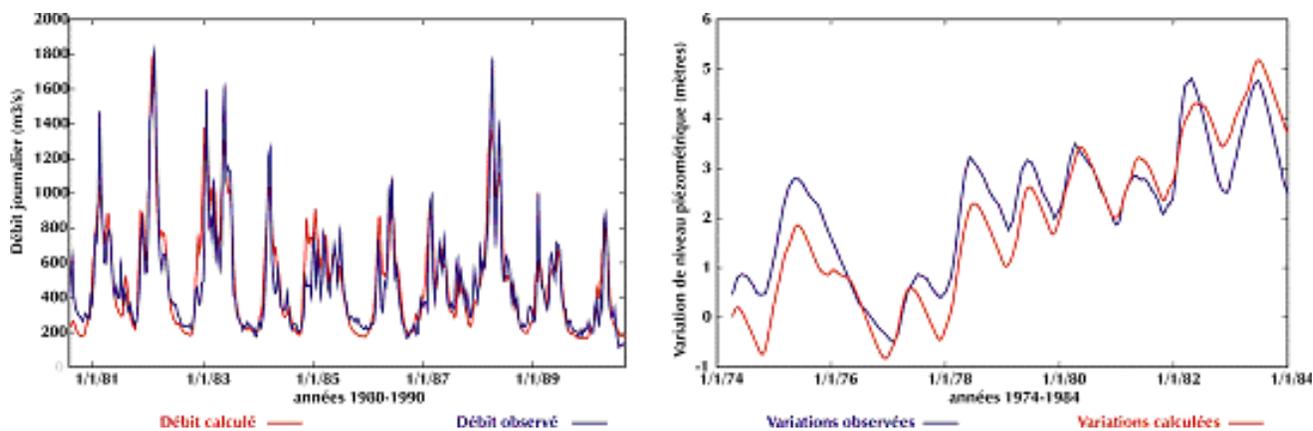


Figure 4. Évolution comparée du débit de la Seine à Poses et de la piézométrie à Villeneuve (aquifère de la Craie).

Simulations	OLD	B2	A2
MCG	ARPEGE « OLD » (Déqué et al., 1998)	ARPEGE « NEW » (Gibelin et Déqué, 2003)	ARPEGE «NEW» (Gibelin et Déqué, 2003)
Résolution dans le bassin de la Seine	80 x 80 km ²	50 x 50 km ²	50 x 50 km ²
Durée des simulations	10 ans	30 ans	30 ans
Scénarios d'émissions	CO ₂ + 1% /an depuis 1990 708 ppm en 2060 Sans aérosols	SRES-B2 610 ppm en 2100 Avec aérosols	SRES-A2 850 ppm en 2100 Avec aérosols
Température de la surface de la mer sous changement climatique	2054-2064 (HadCM2 ^a)	2070-2099 (Modification des valeurs actuelles selon ARPEGE/OPAG ^b sous émissions SRES-B2)	2070-2099 (Modification des valeurs actuelles selon ARPEGE/OPAG ^b sous émissions SRES-A2)
Température de la surface de la mer des simulations de référence	1984-1994 (HadCM2 ^a)	1960-1989	(Observée)
δ Précipitation	+7%	+2%	+12%
δ Température	+2.4°C	+2.5°C	+3.4°C
δ Humidité de l'air	+11%	+12%	+13%
δ Rayonnement infra-rouge	+5%	+4%	+5%

Tableau 2. Description des différentes simulations ARPEGE. Les quatre dernières lignes donnent les différences CC-REF moyennes (δ) de précipitations, température et humidité de l'air à 2 m et rayonnement infra-rouge incident.^a HadCM2 : MCG couplé océan/atmosphère du Hadley Center utilisé pour simuler l'évolution du climat de 1860 à 2100, avec les concentrations observées de CO₂ jusqu'en 1990, puis une augmentation de 1% par an à partir de cette date.^b ARPEGE/OPAG : MCG couplé océan/atmosphère utilisé par Météo-France pour simuler l'évolution du climat de 1950 à 2099, avec les concentrations observées de GES et aérosols jusqu'en 1999, puis leurs évolutions selon les scénarios d'émission SRES-B2 ou SRES-A2. La différence moyenne de TSM ainsi simulée entre les périodes 2070-2099 et 1960-1989 est ajoutée en chaque maille océanique aux valeurs mensuelles observées en 1960-1989.

Trois paires de simulations, représentant le climat sous concentrations de CO₂ actuelle et augmentée ont été réalisées avec ces modèles, et sont résumées en tableau 2. Il s'agit d'intégrations limitées (« time-slices » de 10 ou 30 ans) du MCG atmosphérique ARPEGE. Elles diffèrent par leur résolution en Europe et dans le bassin de la Seine, mais elles correspondent aussi à deux versions profondément différentes du MCG, dont le réalisme a été amélioré entre les versions OLD et NEW. Une autre différence importante entre ces trois simulations de changement climatique concerne les températures de surface de la mer (TSM) qui servent de forçage pour les intégrations du MCG atmosphérique ARPEGE, et qui sont un élément important de la dispersion des projections du changement climatique. Ainsi, ce sont deux modèles couplés océan/atmosphère différents qui ont permis de simuler l'évolution des TSM au cours de l'évolution du climat au 21^{ème} siècle suite à l'augmentation des GES. Enfin, les concentrations en CO₂ correspondant aux situations de changement climatique sont différentes entre les 3 simulations de changement climatique : elles sont plus optimistes pour NEW-B2 que pour OLD et NEW-A2. La différence entre NEW-B2 et OLD est

également renforcée par la prise en compte dans NEW-B2 d'aérosols, dont l'effet radiatif limite le réchauffement.

Le tableau 2 montre dans les trois cas une augmentation du rayonnement infra-rouge incident, en conséquence directe de l'augmentation de l'effet de serre atmosphérique. Il en résulte une augmentation de la température de l'air, et une augmentation de l'humidité de l'air (car l'air chaud peut contenir plus de vapeur que l'air froid). L'augmentation de ces trois variables est relativement constante tout au long de l'année, et statistiquement significative aux échelles mensuelle et annuelle. Elle est aussi assez convergente entre les trois projections, les différences les plus importantes concernant l'amplitude du changement de température. Les précipitations présentent une réponse radicalement différente. Elles ne changent pas significativement à l'échelle annuelle, ni à l'échelle mensuelle selon la simulation B2. Selon les simulations OLD et A2 en revanche, elles augmentent en hiver, et diminuent en été, mais pas avec la même magnitude (Figure 5). Enfin, les trois dernières variables étudiées (pression atmosphérique en surface, rayonnement

solaires incident et vitesse du vent) ne présentent que des

modifications négligeables et non statistiquement significatives.

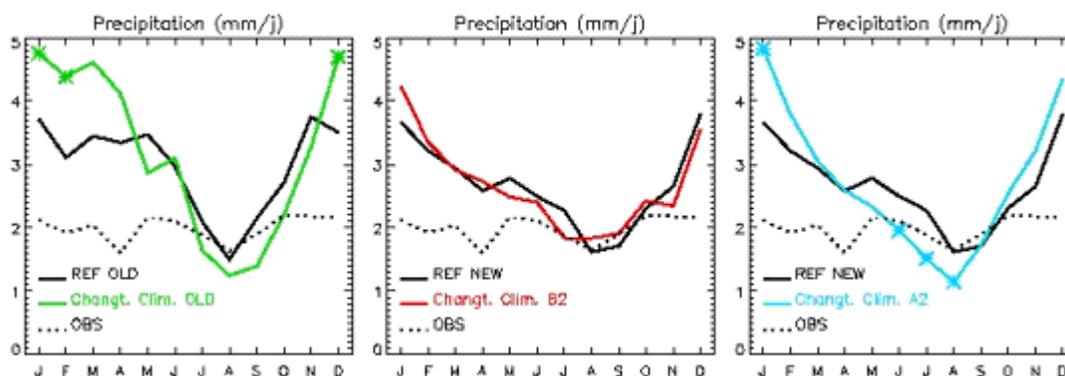


Figure 5. Cycle annuel moyen des précipitations simulées par le modèle de circulation générale ARPEGE, à l'actuel (noir) et sous changement climatique : simulations OLD (vert), B2 (rouge) et A2 (bleu). Les simulations de référence associées à OLD d'une part et B2 et A2 d'autre part sont différentes car réalisées avec les versions OLD et NEW d'ARPEGE. Les astérisques indiquent quand les différences de moyenne mensuelle entre la simulation de changement climatique et une simulation de référence sont statistiquement significatives. Les tirets indiquent enfin les précipitations observées en moyenne sur le bassin et sur 1970-1989 (données Météo-France).

Construction de scénarios de changement climatique

Les MCG présentent souvent des biais dans leur simulation du climat actuel, tout particulièrement sur les précipitations continentales. C'est le cas pour les deux versions du modèle ARPEGE qui surestiment significativement les précipitations (sauf estivales) dans le bassin de la Seine (Figure 5). De tels biais se transmettent aux débits simulés (Ducharne et al., 2003), et pour s'affranchir de ce problème, nous avons classiquement choisi de construire des scénarios de changement climatique, en perturbant le climat actuel en fonction du changement climatique simulé par ARPEGE.

Le climat actuel choisi comme base de ces scénarios est différent selon le modèle hydrologique auxquels ils sont destinés :

- 1970-1989 pour le modèle MODCOU (pas de temps journalier),
- 1987-1988 pour le modèle CaB (pas de temps de 20 minutes). Cette période est un peu courte, mais elle s'inscrit dans la période simulée comme référence actuelle par les deux versions d'ARPEGE (Table 2), contrairement à la période 1994-1999, où les données météorologiques nécessaires au modèle CaB sont également disponibles. En effet, les années 1990 ont probablement été les plus chaudes du millénaire à l'échelle globale (Houghton et al., 2001). On ne peut donc pas exclure qu'elles traduisent déjà un signal de

changement climatique, comme le suggère sur la Seine la forte différence de température entre 1994-1999 et 1987-1988 (1.75°C) par rapport au réchauffement simulé par ARPEGE (2.4 à 3.4°C).

Les perturbations imputées au climat actuel sont alors calculées mensuellement, à partir des moyennes inter-annuelles de chaque variable (moyenne inter-annuelle de janvier, février... décembre). En effet, les MCG ont une valeur climatologique, c'est à dire qu'ils représentent le climat, défini comme une moyenne sur une longue période (typiquement 10 à 30 ans). La variabilité temporelle des MCG est rarement validée, que ce soit la variabilité inter-annuelle autour du climat moyen (qui requiert des simulations *et* des observations fiables du climat sur plusieurs décennies), ou la variabilité à des échelles de temps plus courtes, comme celle des extrêmes. Quand de telles validations sont entreprises, elles montrent le plus souvent que les extrêmes sont mal capturés par les MCG, parce qu'ils sont associés à des processus à petite échelle spatiale qui ne sont pas résolus explicitement dans les MCG (e.g. GIBELIN et DÉQUÉ, 2001).

On distingue deux types de perturbations, donnant lieu aux variables perturbées X_{add} ou X_{mult} :

- perturbations « additives » : $X_{add}(t,m,y) = X_{act}(t,m,y) + M_{cc}(m) - M_{ref}(m)$
- perturbations « multiplicatives » : $X_{mult}(t,m,y) = X_{act}(t,m,y) \cdot M_{cc}(m) / M_{ref}(m)$

Dans ces formules, $M_{ref}(m)$ et $M_{cc}(m)$ sont les moyennes mensuelles inter-annuelles de la variable considérée, calculées à partir des simulations ARPEGE de référence et de changement climatique respectivement. La perturbation du mois m est imputée à la variable actuelle (i.e. observée) X_{act} , à tous les pas de temps t (1 jour pour MODCOU, 20 minutes pour CaB) du mois, et ce pour toutes les années. Pour des raisons de cohérence physique et numérique, nous avons appliqué les perturbations suivantes aux différentes variables d'entrée des modèles hydrologiques :

- « additives » pour la température et l'humidité de l'air à 2 m, le rayonnement infra-rouge et la pression atmosphérique en surface,
- « multiplicatives » pour les précipitations, la vitesse du vent, le rayonnement visible incident et l'ETP.

Cette dernière, nécessaire au forçage de MODCOU, mais non simulée par ARPEGE, fut calculée par la formule de Penman (1948), utilisée par Météo-France pour calculer les ETP actuelles de 1970-1989. Nous avons donc calculé l'ETP à partir du rayonnement visible et infra-rouge incident, de la température et de l'humidité de l'air à 2 m, et de la vitesse du vent à 10 m, simulés par ARPEGE en situation de référence et de changement climatique. Puis nous avons procédé avec ces séries comme avec celles qui étaient directement simulées par ARPEGE.

Résultats

Description des simulations hydrologiques

Avec chacun des deux modèles hydrologiques CaB et MODCOU, nous avons réalisé quatre simulations :

- une simulation de référence sous scénario climatique actuel (i.e. le climat effectivement observé pendant la période de référence),
- trois simulations sous climat modifié, c'est-à-dire forcées par les trois scénarios de changement climatique construits pour le modèle considéré.

Avant d'aller plus loin, il faut se rappeler que le sol a une mémoire, à travers son humidité notamment (e.g. Delworth et Manabe, 1988; Ducharne et Laval, 2000). Pour projeter un modèle en climat modifié, il faut donc lui faire oublier l'influence du climat actuel sur l'humidité du bassin. Ceci est particulièrement important pour les simulations réalisées avec le modèle CaB, puisque nous ne disposons que d'une base de deux ans pour construire les scénarios climatiques. Nous avons donc réalisé une mise à l'équilibre du modèle CaB avec les quatre climats considérés (y compris le climat actuel, afin de limiter au

seul climat les facteurs de différence entre les simulations actuelle et de changement climatique), grâce à 5 répétitions de chacun des scénarios climatiques. Pour la première répétition, les quatre simulations démarrent à partir des mêmes conditions initiales, notamment l'humidité du sol estimée au 1er janvier 1987. Les simulations se poursuivent ensuite dans la continuité alors que les scénarios climatiques sont répétés 4 fois. A partir de la troisième répétition, les évolutions de l'humidité du bassin sur deux ans deviennent superposables, et ce quelque soit le scénario climatique considéré. Ceci qui indique que la moyenne inter-annuelle de l'humidité simulée est en équilibre avec le climat, et ce sont donc les résultats de cette troisième répétition qui sont analysés ci-dessous.

Avec le modèle MODCOU, nous avons réalisé des simulations de 40 ans, soit deux répétitions des scénarios climatiques de 20 ans. Les quatre simulations démarrent avec la même humidité (dans le sol et les nappes), qui correspond à l'état d'équilibre avec le climat actuel. Les résultats présentés ci-dessous correspondent à la moyenne de ces 40 ans.

Impact simulé par le modèle CaB

L'impact sur l'hydrologie du bassin (Figure 6) des trois scénarios de changement climatique, par rapport à une référence 1987-1988, consiste en une augmentation de l'évaporation, en lien avec le réchauffement. En été, elle joue de concert avec une diminution des pluies pour diminuer l'humidité du sol (c'est cette réduction qui entraîne la diminution de l'évaporation en août par flétrissement de la végétation) et les débits (écoulements). En hiver, les différences d'évaporation sont très faibles entre la référence et les simulations sous changement climatique (sauf en janvier où l'évaporation est plus faible sous changement climatique, ce qui traduit en fait une condensation / rosée supérieure car l'air est plus chaud et plus humide). Malgré cela, les débits augmentent en proportion moindre que les pluies, voire même diminuent dans la simulation B2, car une partie des précipitations sert à reconstituer l'humidité du sol perdue en été. En terme de débits, l'impact peut finalement se résumer par :

- des crues plus importantes en hiver qu'à l'actuel,
- des étiages plus sévères en été qu'à l'actuel.

Impact simulé par le modèle MODCOU

Le modèle MODCOU s'accorde avec le modèle CaB sur cette intensification des contrastes saisonniers de débit de la Seine, qui s'observe selon les trois scénarios de changement climatique (Figure 7). MODCOU montre aussi que les variations de profondeur des nappes aquifères sont généralement faibles (amplitude généralement inférieure à 2 m), sauf dans le cas du scénario B2, qui montre localement des baisses plus importantes du niveau piézométrique de la nappe de la Craie (Figure 8).

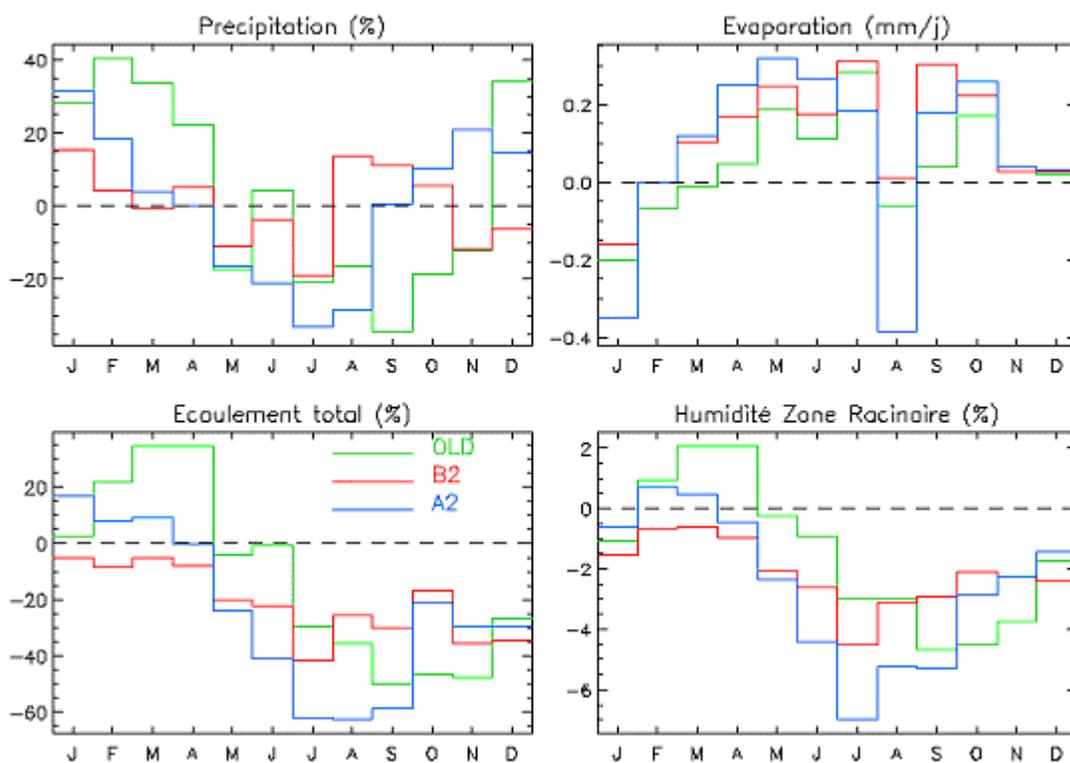


Figure 6. Impact de trois scénarios de changement climatique sur les bilans d'eau simulés par le modèle CaB dans le bassin de la Seine. Les valeurs représentées sont des différences par rapport au climat actuel.

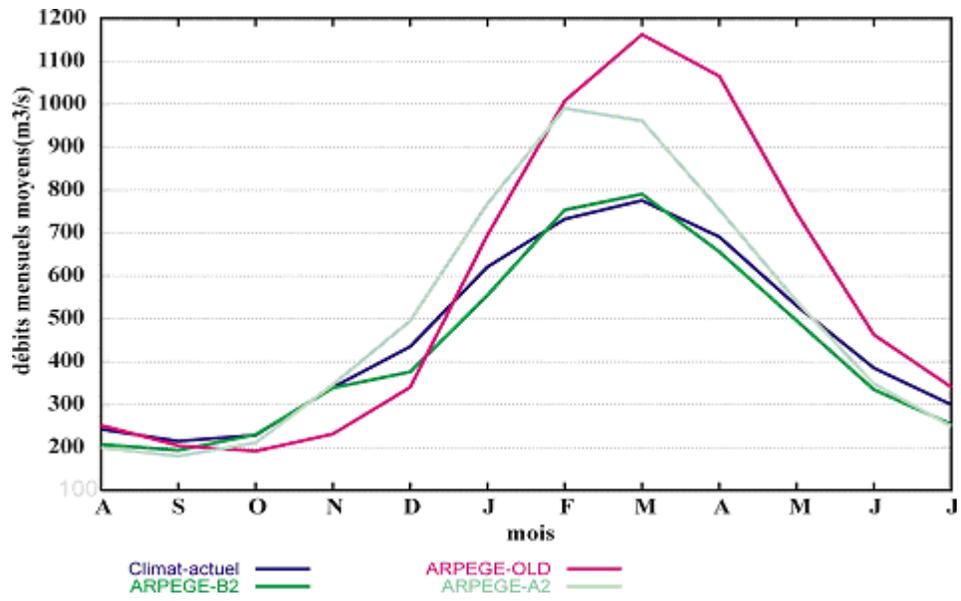


Figure 7. Impact des trois scénarios de changement climatique sur les débits calculés à Poses par le modèle hydrogéologique MODCOU.

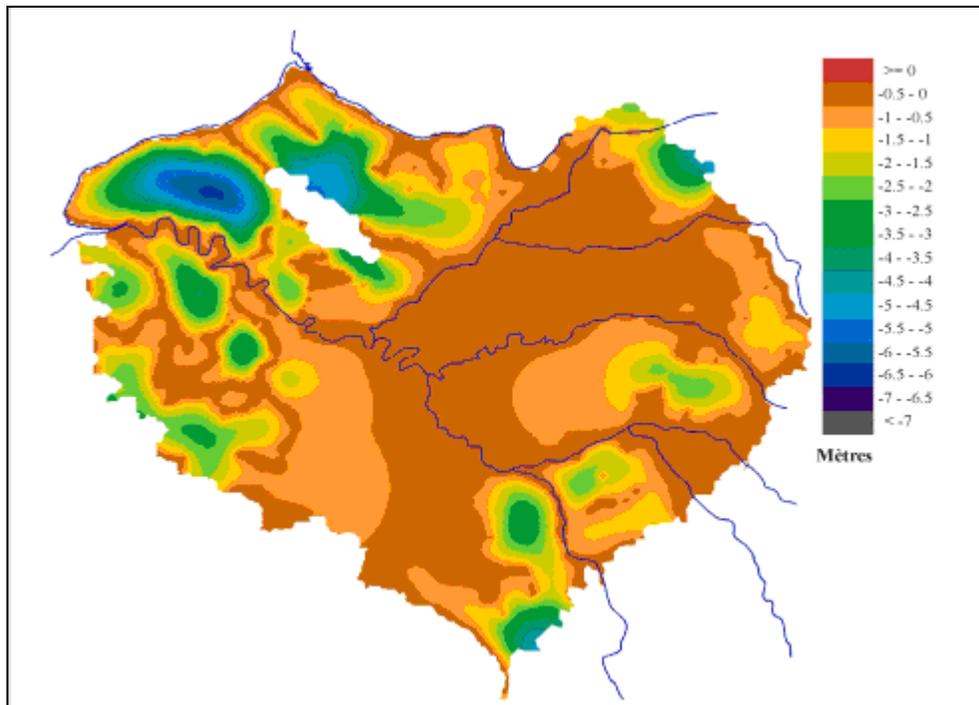


Figure 8. Variations piézométriques moyennes de la nappe de la Craie calculées par MODCOU sous le scénario B2.

Discussion et conclusion

La tendance qui émerge des trois scénarios, selon les deux modèles hydrologiques, est une intensification des contrastes saisonniers du débit de la Seine (augmentation des crues hivernales, étiages estivaux plus sévères). Les réponses des deux modèles à ces scénarios présentent bien sûr des différences, mais elles ne remettent pas en cause la conclusion, et s'expliquent par une référence actuelle différente : 1970-1989 pour MODCOU contre 1987-1988 pour CaB, ainsi que par le rôle régulateur des nappes dans MODCOU, qui limite l'assèchement par rapport à CaB. Cependant, la simulation MODCOU, représentant 40 années de climat modifié à partir de l'état du bassin en 2000, n'exprime peut-être pas les changements qui pourraient se développer à plus long-terme, étant donné le temps de réponse de plusieurs décennies du système aquifère du bassin de la Seine. C'est un point qu'il nous reste à vérifier.

Trois simulations de changement climatique ne suffisent cependant pas à appréhender toutes les incertitudes des simulations de changement climatique, qui proviennent des MCG eux-mêmes et des scénarios d'émissions en gaz à effet de serre (Houghton et al., 2001). L'étude des trois simulations ARPEGE de changement climatique confirme que les variations de précipitations constituent une des incertitudes majeures quant aux effets potentiels de l'augmentation de CO₂. Ces variations de précipitation contrôlant largement les impacts hydrologiques, il est fondamental de disposer d'autres simulations MCG pour espérer caractériser la marge d'incertitude du changement climatique potentiel. L'étude présentée ci-dessus est donc en cours de généralisation, en exploitant 9 autres simulations de changement climatique, par six MCG différents, certains forcés par différents scénarios d'émissions. Une analyse préliminaire confirme que la température augmente dans tous les cas (à titre d'exemple, la température augmente en été de 4°C en moyenne sur les 12 simulations, et de 10°C selon la simulation la plus chaude). En ce qui concerne les variables caractérisant l'hydrologie du bassin (écoulements et humidité du sol), qui sont importantes pour de nombreux secteurs économiques (agriculture, navigation, industries de l'eau...), nous avons montré que, selon le modèle CaB, la marge d'incertitude est inférieure au signal moyen en été. C'est donc avec le maximum de confiance que l'on peut dire que l'humidité du sol et les débits d'étiage devraient diminuer en été sous changement climatique (horizon 2100). L'évolution des débits de crue est beaucoup moins certaine, nos simulations montrant des cas d'augmentation comme de diminution, en lien avec une dispersion importante des changements de précipitation (positifs ou négatifs selon les simulations climatiques).

Par ailleurs, la qualité de l'eau est actuellement la préoccupation majeure des gestionnaires de l'eau dans le bassin de la Seine, du fait des importantes pressions exercées par les activités humaines. Nous nous intéressons donc bien sûr aux répercussions du changement climatique sur cette qualité (d'un point de vue

biogéochimique, i.e. en ce qui concerne les teneurs en nutriments dont les nitrates, l'eutrophisation et problèmes d'oxygénation). Ainsi, la diminution des débits estivaux est a priori néfaste, ce qui sera quantifié grâce au modèle Riverstrahler du fonctionnement biogéochimique des cours d'eau (Billen et al., 1994), forcé par écoulements simulés par les modèles hydrologiques CaB et MODCOU sous changement climatique.

Enfin, la portée de tels résultats reste limitée, dans ce qu'ils ignorent la réponse au changement climatique de nombreux facteurs clés du système, pouvant modifier en retour l'impact du changement climatique sur l'hydrologie et la qualité de la Seine :

- La modification des débits affectera certainement la gestion des grands barrages réservoirs de la Seine, c'est à dire le volume et le timing des prélèvements et rejets aux cours d'eau qui alimentent ces ouvrages.
- La température de l'eau devrait augmenter avec celle de l'air, ce qui peut modifier les processus biogéochimiques. Même si cet effet semble mineur par rapport à celui des changements hydrologiques (Jenkins et al., 1993), des études sont engagées pour en affiner la compréhension.
- L'augmentation de la teneur en CO₂ atmosphérique a des conséquences directes sur la transpiration des couverts végétaux. Cet effet fut testé dans les deux modèles CaB et MODCOU, mais il est du second ordre par rapport à celui du changement climatique (non publié).
- D'une manière plus générale, l'agriculture continuera d'évoluer au cours des 50 prochaines années, en réponse au changement climatique, mais aussi selon sa propre dynamique socio-économique. Les modifications résultantes des cultures et des pratiques agricoles auront probablement des répercussions sur le fonctionnement hydrologique et biogéochimique de l'hydrosystème Seine, en modifiant notamment les bilans d'eau ainsi que le cycle de l'azote dans le sol et son lessivage vers les nappes (et donc les apports diffus au cours d'eau). Dans le cadre du projet GICC-Seine, nous avons développé des scénarios contrastés d'évolution du système agricole dans le bassin de la Seine à l'horizon 2050 (Poux et Olive, 2003), et leurs répercussions sur le fonctionnement de l'hydrosystème sont en cours d'évaluation, grâce au modèle agronomique STICS (Brisson et al., 1998).
- Les aquifères répondront aussi au changement climatique par des modifications de concentration (en nitrates notamment) suite aux modifications de recharge et d'apport en nitrates depuis les sols agricoles. Ces aspects seront évalués grâce au modèle MODCOU couplé au modèle STICS (Gomez et al., 2002).
- Enfin, démographie, urbanisation, industrialisation et techniques de traitement de l'eau évolueront à l'horizon du changement climatique simulé, ce qui devrait limiter les rejets ponctuels dans les cours d'eau, et atténuer la dégradation de la qualité causée par la baisse des débits.

Tous ces aspects sont en cours d'étude dans le cadre du projet GICC-Seine. Il est important de noter que notre objectif n'est pas là de tendre vers une projection réaliste du devenir du bassin de la Seine. Tout au plus pourrions nous prétendre à terme avoir défini des possibles raisonnables. Mais ce qui nous intéresse particulièrement à travers ces travaux, c'est de pouvoir cerner l'importance qualitative du changement climatique, en plaçant son impact en perspective de celui d'autres changements attendus dans le bassin.

Remerciements

Ce travail est financé par le programme Gestion et Impact du Changement Climatique du Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (France). Nous remercions également Météo-France pour les données météorologiques actuelles mises à notre disposition (données SAFRAN 1970-1989 et données de stations sur 1994-1999).

Note bibliographique sur l'auteur principal

Agnès Ducharne est diplômée de l'École Normale Supérieure de Paris et titulaire d'un Doctorat de l'Université Pierre et Marie Curie, consacré à l'influence de l'hydrologie continentale dans les modèles climatiques. Chargée de recherche au CNRS, elle est l'auteur d'une vingtaine de publications sur la modélisation hydrologique en relation avec le climat, et coordonne actuellement un projet de recherche visant à évaluer l'impact du changement climatique sur la Seine.

Bibliographie

- AESN (1976). *Les bassins de la Seine et des cours d'eau normands – Hydrologie générale et conclusions*. Agence de l'Eau Seine-Normandie, Nanterre, tome 1, fasc. 6.
- Arnell, N.W. (1994) Scenarios for hydrological climate change impact studies. In: Oliver, H.R. and Oliver, S.A. (Eds) *The role of water and the hydrological cycle in global change*. NATO ASI Series I: Global Environmental Change, Vol 31. Springer-Verlag, pp 389-407.
- Beven, K. & Kirkby, M.J. (1979). A physically based variable contributing area model of basin hydrology. *Hydrol. Sci. Bull.*, **24**: 43-69.
- Billen, G., Garnier, J. & Hanset, P. (1994). Modelling phytoplankton development in whole drainage networks: The RIVERSTRAHLER model applied to the Seine river system. *Hydrobiologia*, **289**: 119-137.
- Brisson, N., Mary, B., Ripoche, D., Jeuffroy, M.H., Ruget, F., Nicoulaud, B., Gate, P., Devienne, F., Antonioletti, R., Dürr, C., Richard, G., Beaudoin, N., Recous, S., Tayot, X., Plénet, D., Cellier, P., Machet, J.M., Meynard, J.M. & Delécolle, R. (1998). STICS: a generic model for the simulation of crops and their water and nitrogen balance. I. Theory and parameterization applied to wheat and corn. *Agronomie*, **18**: 311-346.
- Cess, R., Zhang, M., Potter, G. & coll. (1993). Uncertainties in carbon dioxide radiative forcing in atmospheric general circulation models. *Science*, **262**: 1252-1255.
- Delworth, T.L. & Manabe, S. (1988). The influence of potential evaporation on the variabilities of simulated soil wetness and climate. *Journal of Climate*, **1**: 523-547.
- Déqué, M., Marquet, P. & Jones, R. (1998). Simulation of climate change over Europe using a global resolution general circulation model. *Clim. Dyn.*, **14**: 173-189.
- Ducharne, A., Koster, R.D., Suarez, M., Stieglitz, M. & Kumar, P. (2000). A catchment-based approach to modeling land surface processes in a GCM

- Part 2: Parameter estimation and model demonstration. *J. Geophys. Res.*, **105**(D20): 24823-24838.
- Ducharne, A. & Laval, K. (2000). Influence of the realistic description of soil water-holding capacity on the global water cycle in a GCM. *Journal of Climate*, **13**: 4393-4413.
- Ducharne, A., Golaz, C., Leblois, E., Laval, K., Polcher, J., Ledoux, E. & Marsily, G. (2003). Development of a high resolution runoff routing model, calibration and application to assess runoff from the LMD GCM. *J. Hydrol.*, **280**: 207-228.
- Gachon, P. (2000). La modélisation du climat – Où en sommes-nous ? *VertigO*, Vol. 1, No. 2.
http://www.vertigo.uqam.ca/vol1n2/art3vol1n2/philippe_gachon.html
- Gibelin, A.-L. and Déqué, M. (2001). Un scénario à l'échelle de l'Europe pour le climat de la fin du XXIème siècle, *Note du groupe de météorologie à grande échelle* No. 79, Météo-France/CNRM.
- Gibelin, A.-L. & Déqué, M. (2003). Anthropogenic climate change over the mediterranean region simulated by a global variable resolution model. *Clim. Dyn.*, **20**: 327-339.
- Gomez, E. (2002). *Modélisation intégrée du transfert de nitrate à l'échelle régionale dans un système hydrologique. Application au bassin de la Seine*. Thèse de l'École Nationale Supérieure des Mines de Paris, 287 pp.
- Hegerl, G.C., Hasselmann, K., Cubash, U., Mitchell, J.F.B. Roeckner, E., Voss, R. & Waszkewitz, J. (1997). Multi-fingerprint detection and attribution analysis of greenhouse gas, greenhouse gas-plus-aerosol and solar forced climate change. *Clim. Dyn.*, **13**: 613-634.
- Houghton, J., Ding, Y., Griggs, D., Noguer, M., van der Linden, P., Dai, X., Maskell, K. & Johnson, C. (2001). *Climate Change 2001: The Scientific Basis - Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of IPCC*. Cambridge University Press.
http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/index.htm
- Hutjes, R., Kabat, P., Running, S., Shuttleworth, W., Field, C., Bass, B. & 28 coll. (1998). Biospheric Aspects of the Hydrological Cycle. *J. Hydrol.*, **212-213**: 1-21.
- Jenkins, A., McCartney, M. & Sefton, C. (1993). Impacts of climate change on river water quality in the United Kingdom, *Institute of Hydrology*, Wallingford, Report to the Department of Environment, 39 pp.
- Kittel, T.G.F., Giorgi, F. & Meehl, G.A. (1998). Intercomparison of regional biases and doubled-CO2 sensitivity of coupled atmosphere-ocean general circulation model experiments. *Clim. Dyn.*, **14**: 1-15.
- Koster, R.D., Suarez, M., Ducharne, A., Stieglitz, M. & Kumar, P. (2000). A catchment-based approach to modeling land surface processes in a GCM - Part 1: Model structure. *J. Geophys. Res.*, **105**(D20): 24809-24822.
- Ledoux, E. (1980). *Modélisation intégrée des écoulements de surface et des écoulements souterrains sur un bassin hydrologique*. Thèse de l'École Nationale Supérieure des Mines de Paris.
- Ledoux, E., G. Girard, & G. de Marsily (1989). Spatially distributed modeling : conceptual approach, coupling surface water and groundwater. In : *Unsaturated flow in hydrologic modeling - Theory and Practice*, Morel-Seytoux, H. J. Ed. p.435-454. Kluwer Academic.
- Mann, M., Bradley, R. & Hughes, M. (1998). Global-scale temperature patterns and climate forcing over the past six centuries. *Nature*, **392**: 779-787.
- Meybeck, M., de Marsily, G. & Fustec, E. (1998). *La Seine en son bassin. Fonctionnement écologique d'un système fluvial anthropisé*. Elsevier.
- Penman, H. L. (1948). Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proc. Roy. Soc. London*, **A193**: 120-146.
- Planton, S. (1999). Incertitudes sur la détermination des changements climatiques. Papier présenté à l'École Thématique du CNRS « *Risques et incertitudes: le cas du changement climatique* », Les Houches, 17-22 novembre 1999.
- Poux, X. & Olive, G. (2003). Prospective agricole sur le bassin de la Seine. *Rapport d'activité 2002*, Programme PIREN-Seine.
- Sellers, P., Meeson, B.W., Closs, J., Collatz, J., Corprew, F., Dazlich, D., Hall, F.G., Kerr, Y., Koster, R., Los, S., Mitchell, K., McManus, J., Myers, D., Sun, K.J. & Try, P. (1996). The ISLSCP Initiative I global data sets: surface boundary conditions and atmospheric forcings for land-atmosphere studies. *Bull. Am. Met. Soc.*, **77**: 1987-2006.

MODIFICATIONS ANTHROPIQUES SUR 150 ANS AU LAC SAINT-PIERRE : une fenêtre sur les transformations de l'écosystème du Saint-Laurent

Jean Morin et Jean-Philippe Côté, Environnement Canada, Service météorologique du Canada, 1141, route de l'église, Sainte-Foy, Québec, G1V 4H5,

Courriels : jean.morin@ec.gc.ca, jean-philippe.cote@ec.gc.ca

Résumé : Depuis 150 ans, de multiples interventions humaines (dragage, dépôts de dragage, ouvrages de régularisation et de contrôle des glaces, etc.) ont transformé la topographie du lac Saint-Pierre. Bien qu'il soit certainement significatif, l'impact de ces travaux sur la physique (niveau d'eau, courant) et sur le vivant (faune, flore) est encore inconnu. La distribution spatiale et temporelle des travaux effectués au lac Saint-Pierre depuis 1844 a été reconstituée à partir de nombreux documents d'archives. La position des dragages successifs et des zones de dépôts associées est présentée en détails sur un support SIG (Système d'Information Géographique). La numérisation de données topographiques anciennes et la connaissance des zones modifiées ont permis de reconstituer la forme du lac Saint-Pierre telle qu'elle était durant la période préindustrielle ainsi que son évolution jusqu'à aujourd'hui. La compréhension de l'évolution du lac Saint-Pierre et du fleuve Saint-Laurent, constitue une étape essentielle qui permettra de séparer les changements « naturels » des facteurs confondants que sont les interventions humaines. Ceci rendra possible l'établissement de modèles prédictifs fiables qui permettront entre autres d'évaluer les impacts potentiels des changements climatiques sur l'écosystème du fleuve Saint-Laurent.

Mots clés : lac Saint-Pierre, fleuve Saint-Laurent, dragage, zones de dépôts, histoire du chenal maritime, modèles numériques, modélisation hydrodynamique.

Abstract : For the last 150 years, multiple human interventions (dredging, dredging deposit, regularization works, ice control and so forth) have transformed the Lake Saint-Pierre topography. Although it is certainly significant, the impact of these works on its physics, such as water levels and water flows, and on its biota (fauna and flora), is still unknown. The spatial and the temporal distribution of the work carried out in Lake Saint-Pierre since 1844 have been reconstituted from several archived documents. The location of successive dredging and that of their related deposit zones are shown in details in a Geographical Information System (GIS). The digitization of ancient topographic data and the knowledge of some modified zones have allowed us to reconstitute the shape of the Lake Saint-Pierre as it was during pre-industrial period. The accurate knowledge of the evolution of the Lake Saint-Pierre, and ultimately of the St. Lawrence River, is a crucial factor in the distinction of natural changes from confusing human intervention factors. This will make possible the establishment of reliable predictive models that aim to evaluate the potential impacts of the climatic changes on the St. Lawrence River ecosystem.

Key words : Lake Saint-Pierre, St. Lawrence River, dredging, dredging deposit zones, ship channel history, digital models, hydrodynamic modeling.

Introduction

Le lac Saint-Pierre est le dernier élargissement majeur du fleuve avant l'estuaire du Saint-Laurent. À l'origine peu profond et relativement plat, le lac Saint-Pierre a subi les effets liés à l'installation humaine et à l'adaptation aux besoins de la navigation. Les pressions afin d'augmenter la capacité de transport en amont de Québec étaient très importantes au début du XIX^e siècle et les dragages du lit naturel étaient limités principalement par les capacités techniques de l'époque. L'utilisation des machines à vapeur allait faire disparaître les obstacles à la navigation. À partir de 1844, on creusa une tranchée artificielle aux dimensions croissantes avec les années et

on déposa massivement des résidus de dragage le long de celle-ci.

Après plus de 150 années de modifications presque ininterrompues, les changements sont si importants que l'on ne connaît plus la forme du lit à l'état vierge ni les conditions naturelles des courants et des niveaux d'eau. Quant aux impacts sur la faune et la flore, nous ne disposons que d'opinions basées sur des données factuelles peu nombreuses. Le lien entre les dragages et la réduction d'abondance ou la disparition de certaines espèces reste à être démontré. L'impact des dragages de capitalisation et d'entretien génère de nombreuses interrogations

Le lac Saint-Pierre à la période préindustrielle

Étant donné sa faible profondeur naturelle, le lac Saint-Pierre a constitué un obstacle majeur à la navigation dans le Saint-Laurent. Déjà en 1535, à l'occasion de son deuxième voyage en Amérique, Jacques Cartier partit de Stadacona (Québec) à bord l'*Émerillon* (40 tonneaux), le plus petit de ses trois navires, pour se rendre à Hochelaga (Montréal). Devant l'impossibilité de franchir le lac Saint-Pierre, Jacques Cartier et ses hommes durent continuer le voyage vers Hochelaga à bord des barques de l'*Émerillon*.

« [...] nous arrivâmes à un grand lac uni (Lac Saint-Pierre) dudit fleuve, large d'environ cinq ou six lieues, et long de douze ; et naviguâmes ce jour en amont dudit lac sans lui trouver plus de deux brasses de profondeur, ni plus ni moins. Et arrivant à un des bouts dudit lac, ne nous apparaissait aucun passage ni sortie, [...], et ne trouvâmes audit bout que brasse et demie de profondeur; dont nous convîmes de poser et jeter l'ancre et d'aller chercher un passage avec nos barques. Et trouvâmes qu'il y avait quatre ou cinq rivières, toutes sortant du fleuve en ce lac, et venant dudit Hochelaga, mais que lorsque celles-ci se jettent en la mer il y a chacune des barres et traverses faites par le cour d'eau, où la profondeur ne dépasse pas une brasse. Et les dits barres passées, il y a quatre ou cinq brasses de profond, ce temps de l'année étant celui du plus bas niveaux des eaux, ainsi que nous vîmes par les flots desdites eaux qui s'élèvent à plus de deux brasses plus haut. Toutes ces rivières encerclent et environnent cinq ou six belles îles, qui forment le bout de ce lac, et puis se rassemblent à quinze lieues en amont, toute en une [...] » (Cartier (1536), remis en français moderne par Lahaise et Couturier 1984).

À partir de ce moment, le développement de la Nouvelle-France a été directement lié à la présence du fleuve Saint-Laurent. Puisque la navigation océanique devait s'arrêter à Québec, c'est le cabotage qui prolongeait la navigation commerciale vers l'ouest et participait au développement de l'intérieur du continent. Plusieurs types d'embarcations ont tour à tour été utilisés : canots, voiliers, bateaux et *durham boat* (large barge à fond plat). L'apparition des premiers bateaux à vapeur au début du XIX^e siècle a révolutionné le transport maritime sur le Saint-Laurent (Goudreau, 1990). Le premier bateau à vapeur (1809), le *P.S. Accomodation* de John Molson fit le trajet Montréal-Québec en 66 heures, dont 30 ancré au pied du lac Saint-Pierre, attendant la marée favorable (Corley, 1961).

Avant le XIX^e siècle, les aides à la navigation étaient inexistantes sur le Saint-Laurent. La navigation s'effectuait principalement grâce à l'expérience du fleuve qu'avaient les pilotes de l'époque. Les cartes du Saint-Laurent du tronçon de Montréal à Québec, dressées par les hydrographes français tels que Champlain, Franquelin, Deshayes ou Bellin et par la suite britanniques, ne comprenaient que peu d'informations sur la bathymétrie du lac. Par contre, avant la conquête anglaise, les hydrographes français

produisirent des cartes de navigation précises pour le tronçon du fleuve allant de Québec à l'océan Atlantique. Les cartes de Deshayes de 1715 et de Bellin de 1761 comprenaient par exemple des informations bathymétriques détaillées des secteurs difficiles à naviguer (hauts-fonds, battures, etc.).

Il faudra attendre l'année 1831 avant que ne soit produite la première carte marine moderne couvrant le secteur du lac Saint-Pierre. Cette carte étonnamment précise pour l'époque est l'œuvre de l'hydrographe britannique H. W. Bayfield. Cette carte permet d'identifier les principales caractéristiques du lac avant les premières interventions humaines, soit la présence d'une partie relativement peu profonde sur toute la partie centrale du lac ainsi que des bassins plus profonds à l'amont et à l'aval du lac (Figure 2)



Figure 2. Carte marine du lac Saint-Pierre en 1831. Source: Amirauté Britannique. H. W. Bayfield (1831-1834) *Plans of the River St. Lawrence above Quebec*, Sheet IV: *Lake St. Peter* (1831) (NMC 164094).

Principales interventions humaines sur le milieu naturel

Au cours des 150 dernières années, les pressions sur le milieu naturel ont été très nombreuses au lac Saint-Pierre. Tout comme plusieurs autres sections moins profondes du Saint-Laurent, le lac Saint-Pierre fut constamment adapté aux besoins de la navigation commerciale. La principale modification topographique est évidemment liée au dragage et au dépôt en eau libre de centaines de millions de m³ de sédiments. Ainsi, les dimensions du chenal navigable ont augmenté au fur et à mesure des séquences de travaux dont les faits saillants seront rapportés ici. Ensuite, on construisit durant les années 1930, dans les chenaux des îles de Sorel, des reversoirs afin de relever le niveau d'eau jusqu'au Port de Montréal en amont et pour canaliser le débit vers le chenal principal. Enfin, on fit installer plusieurs ouvrages saisonniers ou permanents pour permettre une meilleure gestion des glaces du lac Saint-Pierre. De nombreux dragages de petite envergure ont

également été effectués, par exemple dans les secteurs du Port de Sorel, du chenal menant à la calle de la rivière Du Loup, du chenal dans l'un des bras de la rivière Saint-François et dans le chenal de la rivière Nicolet. Ces dernières interventions ne sont toutefois pas décrites ici.

Dragage du lac Saint-Pierre au XIX^e siècle

En 1826, les marchands de Montréal envoyèrent une pétition au ministère des Travaux publics du Canada, celle-ci indiquant en substance que l'état naturel du chenal du Saint-Laurent constituait un frein au développement de la ville et de son commerce et qu'il serait souhaitable d'approfondir cette route maritime.

Après plusieurs années de discussions, plusieurs relevés des secteurs moins profonds du fleuve, l'achat de dragues et quelques tests, on décida de s'attaquer à l'une des sections qui rendait la navigation des plus hasardeuse, le lac Saint-Pierre. En 1841 donc, on prit la décision controversée de draguer un chenal droit à travers le lac, une solution dont peu d'experts de l'époque vantaient les mérites. On mit ainsi temporairement de côté le tracé du chenal naturel.

Les travaux débutèrent véritablement en 1844 pour s'arrêter trois ans plus tard en 1847. Le projet généra une forte controverse, celle-ci étant liée au fort montant d'argent dépensé proportionnellement à l'avancement des travaux. On avait dragué 11 km des 13 km prévus au départ, mais à une faible profondeur, soit 2,1 m au lieu des 4,2 m prévus et sur une largeur de 30 m à 45 m.

En 1850, la responsabilité des travaux de dragage et de l'amélioration de la navigation passa aux mains des Commissaires du Havre de Montréal. En se fiant sur les divers relevés hydrographiques effectués et sur l'opinion des navigateurs et des hydrographes, les Commissaires choisirent de poursuivre les travaux de dragage dans le chenal naturel du lac Saint-Pierre. On commença les travaux l'année suivante et on fixa l'objectif d'ouvrir un chenal de 4,8 m (16 pieds) entre Montréal et Québec. De 1851 à 1854, les travaux se limitèrent principalement à l'approfondissement des hauts-fonds du lac Saint-Pierre. Le haut-fond principal (*flats*) se trouvait au milieu du lac, entre deux bassins d'eaux profondes, et restreignait la voie navigable à une profondeur de 3,3 m sur une distance d'environ 7 km (Figure 3)

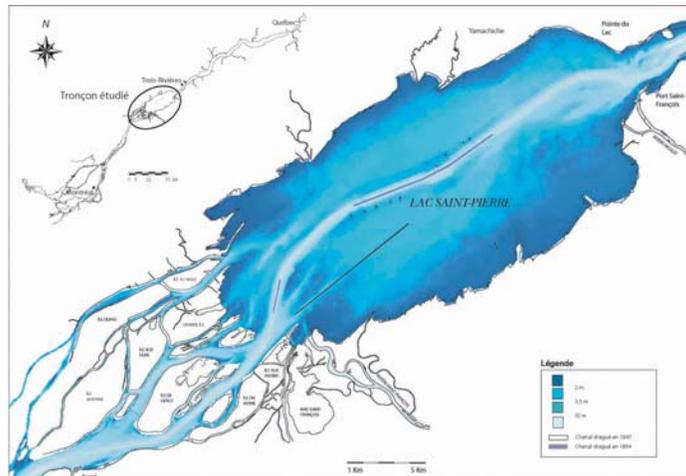


Figure 3. Distribution spatiale des premiers travaux de dragage dans le lac Saint-Pierre (1844-1854).

Les travaux dans le lac Saint-Pierre se poursuivirent tout au long du XIX^e siècle et rapidement, il fut nécessaire de le draguer sur presque toute sa longueur d'environ 30 km. Ainsi, entre 1855 et 1865, on dragua le chenal sur une distance de 16,3 km et à une profondeur de 6,1 m. Les travaux dans le lac Saint-Pierre reprirent en 1875 pour se terminer en 1882. Durant cette période, on dragua le chenal à 7,6 m sur une distance de 28,1 km. Ce chenal avait une largeur de 91 m dans les parties droites et de 137 m dans les courbes. Entre 1883 et 1888, on entreprit une autre séquence d'approfondissement. On creusa la tranchée à une profondeur de 8,4 m en gardant les mêmes largeurs que le chenal précédent. Au tournant du XX^e siècle, les responsables des travaux de dragage de l'époque, le ministère des Travaux publics du Canada, décida de mettre en application un plan d'opération intensif afin de creuser un chenal d'une profondeur de 9,1 m, d'une largeur minimale de 137 m et dont certaines courbes seraient aussi large que 243 m. À partir de 1902, le travail de dragage au lac Saint-Pierre fut effectué entièrement par la puissante drague *J. Israël Tarte*. Celle-ci avait un rendement largement supérieur aux vieilles dragues élévatrices à vapeur qu'on utilisait depuis plusieurs années pour draguer le Saint-Laurent (Robinson, 1902). On termina et on inaugura le chenal de 9,1 m au lac Saint-Pierre en 1907.

Dragage du lac Saint-Pierre au XX^e siècle

Au XX^e siècle, plusieurs séquences de travaux firent grandement augmenter les dimensions du chenal maritime dans le lac Saint-Pierre (Figure 4). Les premiers travaux recommencèrent en 1910 pour se terminer en 1917. Le chenal conserva sa largeur mais on l'approfondit à 10,7 m (les eaux basses de 1897 constituaient le niveau de référence). Jusqu'aux années 1930, il y eut quelques autres travaux mineurs ainsi que des dragages d'entretien dans le lac. Durant les années 1930, le ministère de la Marine et des Pêcheries du Canada décida d'octroyer la plupart des contrats de dragage à des entrepreneurs privés. On adopta ainsi des contrats

de type quinquennaux en 1937 et 1946 et ceux-ci prévoient des travaux au lac Saint-Pierre.

Les niveaux extrêmement bas du fleuve entre 1929 et 1934, particulièrement durant la dernière année, poussèrent le ministère à adopter un niveau de référence plus bas, soit les eaux basses de 1934, afin de calculer la profondeur du chenal. Ce changement impliquait la nécessité de draguer environ 0,30 m supplémentaire afin d'avoir une profondeur garantie de 10,7 m selon le nouveau niveau de référence.

Entre 1937 et 1952, les travaux de dragage firent passer le chenal aux dimensions suivantes : une profondeur ajustée de 10,7 m, une largeur minimale de 167 m plutôt que de 137 m et un élargissement considérable des courbes. De 1947 à 1951, on creusa aussi l'ancrage de Yamachiche, ce qui demanda des travaux importants. Le ministère prit la décision de procéder à un élargissement considérable du chenal en faisant passer sa largeur minimale à 244 m. On évalua la possibilité de creuser un nouveau chenal au sud du lac mais on abandonna le projet devant l'ampleur des coûts estimés. Ainsi entre 1968 et 1970, ces travaux majeurs furent effectués dans la section du lac Saint-Pierre par des dragues aspiratrices stationnaires.

Une fois ces derniers travaux d'élargissement terminés, il fallu attendre 1992 avant que ne soient faites d'autres interventions. En 1992 donc, la dimension du chenal fut portée entre Montréal et Deschaillons, à une profondeur de 11 m sur une largeur de 230 m sur les 244 m du chenal existant. On laissa près de 7 m de chaque côté à une profondeur de 10,7 m afin de minimiser le dragage d'entretien (Procéan, 1996).

En 1998, la Société du Port de Montréal finança un projet controversé, dit de « surcreusage », visant à garantir la profondeur du chenal à 11,3 m entre Montréal et Deschaillons. Il s'agissait principalement d'écarter les zones d'accumulation et les dunes présentes à certains endroits. Dans le lac Saint-Pierre, les travaux de dragage ont eu lieu entre le 27 août et le 15 novembre de la même année. On y dragua sur toute la superficie du chenal de cette section un total de 116 700 m³ (sur un total dragué d'environ 200 000 m³ entre Montréal et Deschaillons).

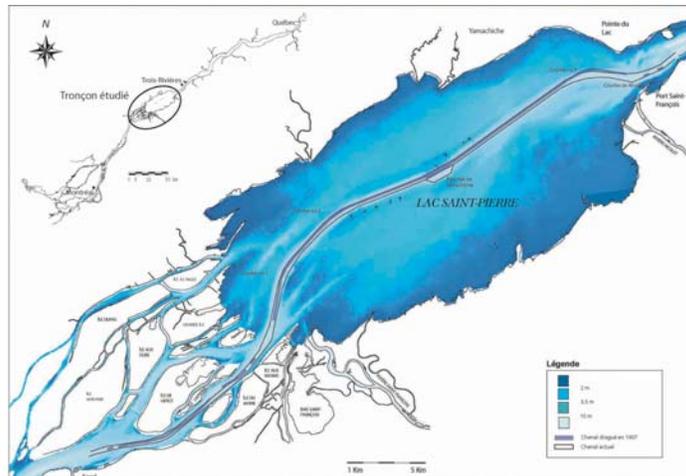


Figure 4. Le chenal maritime du lac Saint-Pierre au XX^e siècle.

Dépôts de matériaux dragués

Durant les 150 dernières années au lac Saint-Pierre, toutes les activités de dragage ont été accompagnées par le rejet de résidus de dragage à proximité des sections draguées. Il n'existe toutefois pas de données précises pour ce qui est des dépôts qui sont antérieurs à 1960. Toutefois, des sources cartographiques anciennes ont permis de partiellement reconstituer la distribution spatiale des zones de dépôts. L'interprétation géomorphologique des cartes bathymétriques modernes à haute densité a permis de confirmer et de spatialiser l'étendue de ces anciennes zones de dépôts.

1844-1907 : Durant cette période, on déposa les matériaux de dragage sur des superficies relativement restreintes, principalement le long du chenal maritime. Les dépôts des dragages de 1844-1847 sont encore visibles sur les cartes bathymétriques détaillées, ils sont situés du côté sud à proximité du chenal abandonné. Déjà vers 1850, les responsables des travaux de dragage adoptaient la stratégie de déposer les résidus de dragage sur une ligne située à une distance d'environ 250 m au sud du chenal et ce, afin de mieux canaliser les courants et diminuer leurs effets ainsi que celui des vagues sur les tranchées creusées (Keefer, 1855). Les zones de dépôts liés aux travaux qui se sont déroulés entre 1850 et 1907 sont principalement situées au nord des courbes no 1 et no 2 ainsi que dans une section au nord de la courbe no 3 (en face de Pointe du Lac). Cette dernière section est identifiée sur une carte marine de l'époque par la mention « îlots formés par le dragage hydraulique ».

1910-1952 : Entre 1910 et 1952, on déposa les résidus de dragage sur de plus grandes superficies. Des cartes marines, annotées par un hydrographe en 1938, indique clairement les zones qui ont été utilisées pour les dépôts durant cette période (dragage du chenal de 10,7 m). On remarque la présence de quelques zones de dépôts le long du chenal dans le delta des îles de Sorel et à l'entrée du lac proprement dit. Ensuite, les dépôts s'étendent en

bandes étroites, des deux côtés du chenal et sur presque toute sa longueur. Enfin, quelques zones de dépôts se trouvent aussi près de la courbe no 3 et à la sortie du lac (Figure 5).

1952-1998 : Cette période est celle des travaux les plus importants en terme de volume de matériel prélevé au lac Saint-Pierre. Les registres de la Garde côtière canadienne permettent de connaître l'emplacement, les dates et les volumes déposés. La figure 5 montre que les principaux sites de dépôt se situent au centre du lac. On y a déposé les matériaux provenant de la construction du chenal maritime (ex : mouillage de Yamachiche) ou encore ceux provenant des dragages d'entretien. Les matériaux de dragage ont également été accumulés à la sortie du lac Saint-Pierre pour constituer l'île aux Sturnes. Cette île est aujourd'hui une réserve écologique.

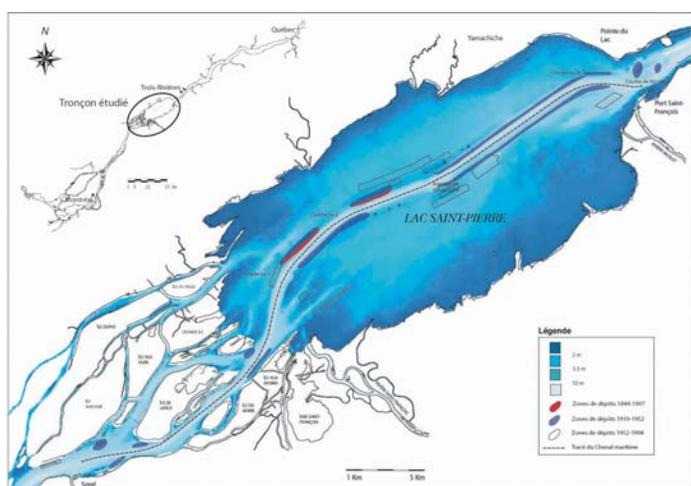


Figure 5. Évolution des zones utilisées pour le dépôt de matériel dragué dans le lac Saint-Pierre.

Reversoirs des îles de Sorel

À la suite d'une étude sur les niveaux d'eau entre Montréal et le lac Saint-Pierre (CDMF 1915), le ministère de la Marine et des Pêcheries du Canada décida de faire construire cinq reversoirs entre les chenaux des îles de Sorel. Cette étude suggérait la construction de cinq ouvrages pour faire remonter le niveau d'eau jusqu'au Port de Montréal et pallier à une baisse éventuelle du niveau d'eau qui pourrait nuire aux activités de navigation commerciale.

Les reversoirs ont été mis en place entre novembre 1928 et septembre 1931 (Pasin, 1979; Briand, 1963) entre les îles 1) aux Barques et du Moine, 2) de Grâce et Ronde, 3) Ronde et Madame, 4) Saint-Ignace et Dorvilliers et 5) Dorvilliers et du Milieu (Figure 6).

Les forts débits et la glace ont érodé à plusieurs reprises les reversoirs, qu'on a dû réparer au cours des années 1930 et 1940. En 1941, on stabilisa les reversoirs et on les ramena à la cote de

conception de 1931 (Briand, 1963). On effectua par la suite d'autres travaux de stabilisation en 1953, 1962, 1965 et 1995.

L'impact des reversoirs sur les niveaux d'eau a été estimé à une augmentation de 0,12 m au Port de Montréal et de 0,29 m à Sorel. L'écoulement dans le chenal principal aurait été augmenté de 25 à 85 % du débit total (Briand, 1963). Dumont (1996), dans une étude sur modèle 1D (STLT) des impacts des reversoirs a conclu à un effet plus faible, soit une augmentation de 0,01 à 0,07 m au Port de Montréal et de 0,04 à 0,18 m à Sorel selon l'hydraulicité.

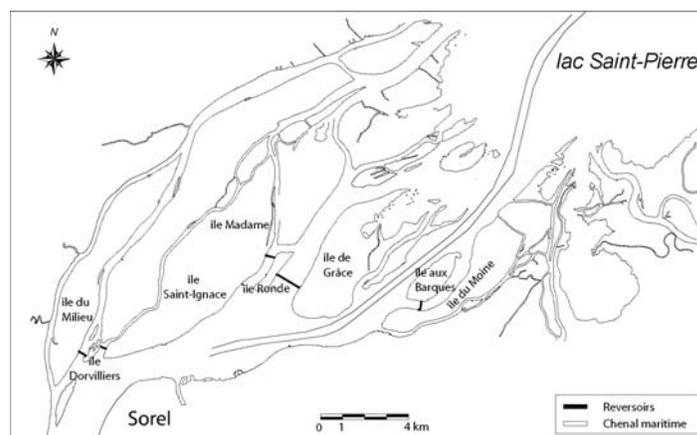


Figure 6. Emplacement des reversoirs des Îles de Sorel construits entre 1928 et 1931.

Interventions liées à la gestion des glaces

La présence de glace sur le Saint-Laurent et le lac Saint-Pierre a toujours été problématique. Avant l'ouverture du chenal par les brise-glaces, les embâcles étaient fréquents au lac Saint-Pierre. Ceux-ci causaient des inondations importantes dans les localités riveraines, surtout dans la partie amont du lac. L'ouverture du chenal maritime à la navigation hivernale a permis de contrôler en grande partie les embâcles et les inondations associées. À partir de l'hiver 1963-1964, le passage au travers des glaces du lac Saint-Pierre a été rendu possible grâce à l'utilisation continue de brise-glaces dégageant le chenal de navigation. Cependant, l'ouverture du chenal au lac Saint-Pierre a créé des problèmes de stabilité du couvert de glace de chaque côté du chenal lors d'événements de forts vents latéraux ou de fluctuations importantes du niveau d'eau (Travaux publics Canada, 1988).

Après quelques études sur l'amélioration des conditions de navigation hivernale, le ministère des Transports du Canada fit construire, en 1967 et 1968, une première série d'îlots artificiels (îlots 1 à 4) situés au nord-est du chenal (Figure 7). En 1984 et 1985, cinq nouveaux îlots furent construits du côté sud-ouest du chenal (îlots B à F) afin de favoriser la formation du couvert et stabiliser la glace de rive à l'amont du lac (Siles, 2000). Depuis

leur installation, les îlots ont fait l'objet de travaux majeurs de stabilisation et de réparation (1967, 1976, 1977, 1988 et 1993), principalement en raison de l'instabilité du lit du lac (celui-ci est constitué d'argile) et de l'érosion causée par les glaces et les vagues.

Depuis 1965, la Garde côtière canadienne installe à l'extérieur du chenal du lac Saint-Pierre, des estacades en bois, afin de favoriser la formation d'une couche de glace protectrice solide dans la perspective d'empêcher la production de monceaux de glace et pour accélérer les courants dans le chenal, ce qui facilite l'évacuation des glaces. Ces ouvrages sont installés à l'automne et enlevés au printemps.



Figure 7: Localisation des îlots artificiels et estacades du lac Saint-Pierre.

Reconstitution de la topographie du lac Saint-Pierre

La recherche sur l'histoire du dragage du lac Saint-Pierre s'inscrit dans le cadre d'un projet de modélisation numérique du fleuve. Ce projet a comme objectif de concevoir et de valider des modèles qui décrivent la dynamique fluviale du Saint-Laurent et ce, tant pour les aspects physiques que biologiques. La description détaillée de la topographie, le modèle numérique d'élévation (MNE), demeure l'une des parties les plus sensibles du processus de modélisation. Le MNE actuel du lit du lac Saint-Pierre comprend près de 400 000 sondages bathymétriques et décrit avec précision la forme du lac (Figures 8 et 9). La description détaillée de la topographie ancienne et son évolution permettra de quantifier une portion des impacts des travaux de dragage sur l'écosystème. Cette reconstitution a été rendue possible grâce à plusieurs sources cartographiques d'archives décrivant la topographie d'époque et à l'histoire de la distribution spatiale et temporelle des travaux s'y étant déroulés.

La construction d'un modèle numérique d'élévation ancien passe inévitablement par l'obtention de données historiques précises. Pour le lac Saint-Pierre, de telles données sont disponibles sur la

carte de Bayfield de 1831, mais seulement 2600 points y décrivent l'ensemble du lac. Les premiers relevés systématiques de sondages hydrographiques sur le Saint-Laurent ont été effectués entre 1898 et 1904, en 1900 pour le lac Saint-Pierre. Ces relevés constituent des sources cartographiques très précises comprenant 1 sondage bathymétrique au 10 m, des transects au 50 m et contenant près de 70 000 points au lac Saint-Pierre et dans les chenaux de l'archipel. La numérisation de cette information a permis la construction de modèles d'élévation anciens d'une bonne fiabilité.

Le MNE du lac Saint-Pierre en 1900 a été effectué à l'aide des données brutes numérisées provenant des sondages de 1900 et est présenté aux figures 8 et 9. Le MNE du lac Saint-Pierre à l'état préindustriel correspond à l'état du lac avant 1844, année durant laquelle ont été amorcées les premières interventions humaines sur le milieu. Ce modèle a été réalisé principalement à partir du relevé hydrographique de 1900, lequel a été modifié de façon à effacer la trace des dragages effectués entre 1844 et 1900. Cette étape de reconstitution à rebours a été rendue possible par la connaissance précise de la distribution spatiale des interventions (dragage et dépôts) et des données disponibles sur la carte de Bayfield de 1831.

L'analyse des modèles numériques a permis de faire quelques constatations sur l'état initial du lac tel que présenté aux figures 8 et 9. D'abord, deux bassins profonds étaient présents, le « bassin d'en haut » (*Upper pool*) qui s'étendait sur 2 km de longueur et environ 250 m de largeur et le « bassin d'en bas » (*Lower pool*) qui s'étendait sur 7 km sur une largeur de près de 80 m. La profondeur de l'eau dans ces deux bassins dépassait alors 6,1 m. Entre ces deux bassins, on retrouvait une immense zone peu profonde connue sous le nom de « hauts-fonds du lac Saint-Pierre » (*Lake St. Peter flats*). Ce sont ces hauts-fonds qui rendaient la navigation si difficile, n'ayant que 3,3 m de profondeur.

En 1900, on peut observer la tranchée du chenal maritime de 9,1 m et quelques zones de dépôts de dragage parallèles au chenal. Enfin, le modèle numérique actuel montre l'imposant chenal de navigation qui traverse le lac ainsi que plusieurs zones de dépôts de dragage.

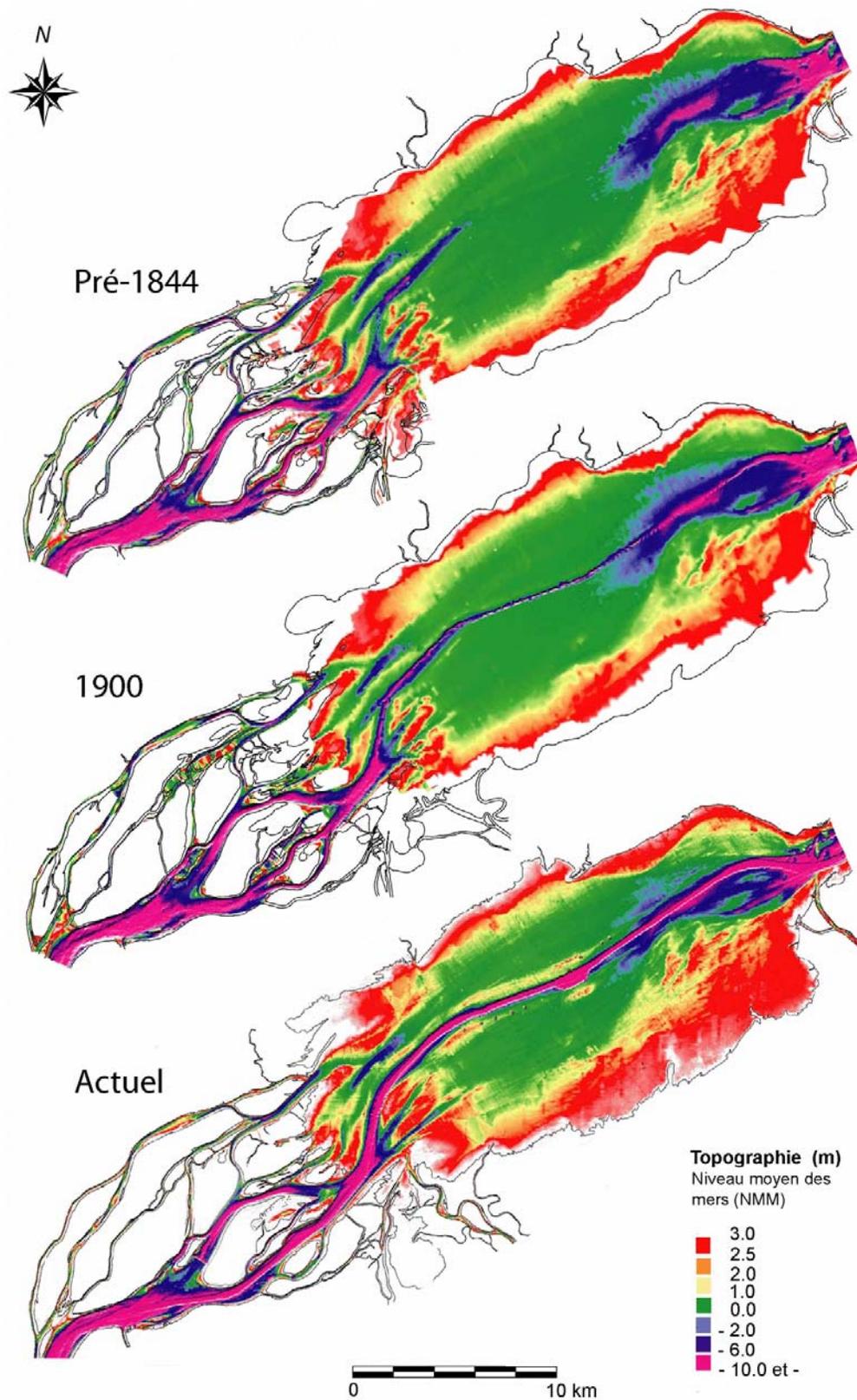
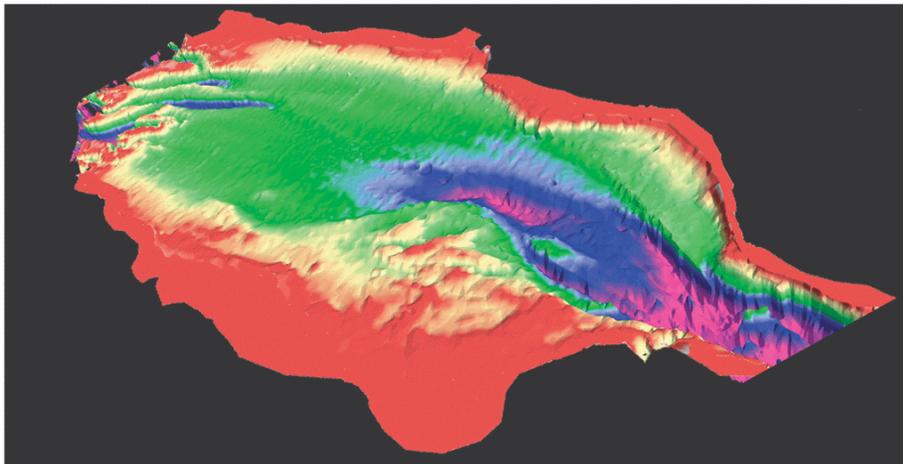


Figure 8: Reconstitution numérique en deux dimensions du lac Saint-Pierre à différentes époques.

Pré-1844

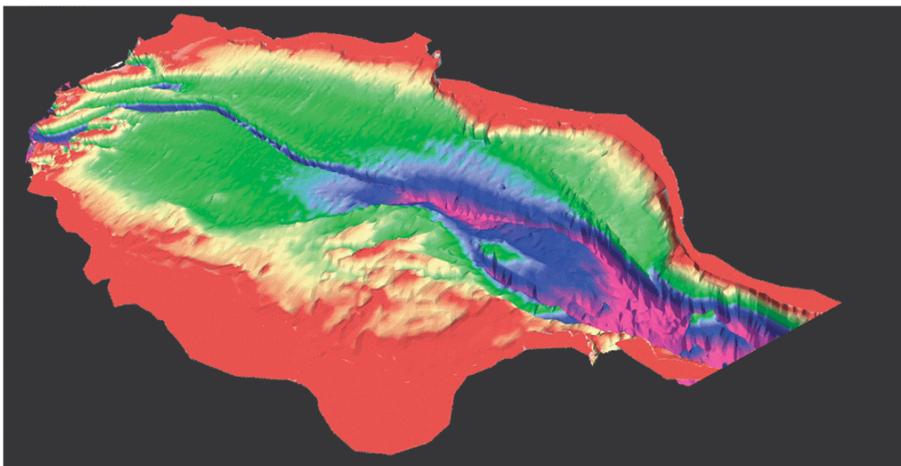


Topographie (m)

Niveau moyen des mers (NMM)



1900



Actuel

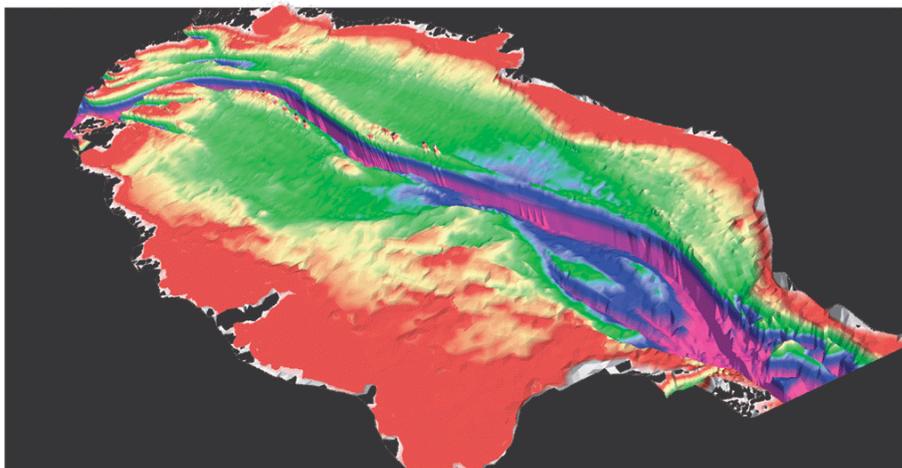


Figure 9. Reconstitution numérique en trois dimensions du lac Saint-Pierre à différentes époques.

Impacts potentiels des interventions humaines

Le lac Saint-Pierre a connu depuis 150 ans de nombreuses perturbations. Ce lac à l'origine peu profond est aujourd'hui ouvert sur toute sa longueur par une tranchée artificielle de grande dimension. En plusieurs étapes successives, on a dragué les parties peu profondes du lac situées au centre et on a ouvert les zones de restrictions (hauts-fonds) situées immédiatement à l'aval du lac.

On ne peut pas pour l'instant quantifier l'impact de ces travaux sur les niveaux et les courants du lac Saint-Pierre. On peut toutefois assumer que l'ouverture des zones de restriction situées immédiatement à l'aval a probablement fait diminuer de façon significative le niveau du plan d'eau, alors que l'ouverture du chenal de navigation a concentré le débit dans la partie centrale du lac. La conséquence a été de réduire les vitesses en périphérie du lac et de les augmenter dans la partie centrale. Toutefois, la quantification de ces impacts ne pourra se faire qu'avec l'utilisation de modèles hydrodynamiques. Quant aux impacts sur les organismes vivants, ils peuvent être nombreux et complexes. La mise en place de modèles prédictifs de la réponse du vivant devra être réalisée afin de pouvoir cerner ces impacts. On peut toutefois présumer que la réduction des vitesses a pu favoriser la croissance de la végétation submergée et a pu modifier la composition du substrat.

La construction des reversoires dans l'archipel a eu pour effet d'augmenter le débit dans le chenal utilisé par les bateaux et de diminuer les débits dans les autres chenaux. L'effet des reversoires sur les substrats et sur les vitesses d'écoulement n'est pas connu de manière quantitative. Il est toutefois possible que l'on ait modifié les substrats dans des zones de fraye. L'impact des reversoires sur les conditions hivernales n'est pas connu non plus.

Enfin, l'implantation de structures (îlots artificiels, estacades) visant à régulariser la dynamique des glaces du lac ainsi que l'ouverture hivernale du chenal de navigation ont certainement provoqué des changements dans la distribution des courants sous la glace et dans les zones d'accumulation de frasil. Il est toutefois difficile de pouvoir émettre des hypothèses sur les impacts réels de ces modifications au niveau de la physique et de la biologie puisque l'on ignore à peu près tout des conditions d'écoulement et des habitats hivernaux actuels.

Conclusion

La connaissance précise des modifications anthropiques du lac Saint-Pierre, et plus globalement du fleuve Saint-Laurent, est une étape essentielle à la compréhension de l'état actuel de l'écosystème et de sa dynamique temporelle. Les changements dans les courants et les niveaux d'eau provoqués par les interventions humaines sont des facteurs confondants dans l'analyse des changements de l'écosystème. Afin de comprendre son fonctionnement, il est impératif de pouvoir séparer les sources anthropiques de ces changements de la réponse

« naturelle » du fleuve. La création et l'utilisation de modèles numériques reconstituant l'état bathymétrique du Saint-Laurent à diverses époques, permettra à long terme de créer des bases solides nécessaires à la connaissance précise des répercussions des interventions humaines sur l'écosystème fluvial.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Thomas Duchaine, Guillaume Boutet et Pascal Bergeron pour avoir participé la numérisation des relevés hydrographiques, Olivier Champoux (Service météorologique du Canada) pour avoir assemblé les modèles numériques anciens, Élisabeth Marceau de Travaux publics Canada (TPSGC) pour avoir révisé le manuscrit, Christian Roy du Service hydrographique du Canada (SHC) pour avoir facilité l'accès aux sources cartographiques utilisées dans cette étude et le Plan d'action Saint-Laurent III et IV.

Bibliographie

- BRIAND, J. (1963) *Survey of the Sorel Weirs*. Department of Transports, St. Lawrence ship channel division, Hydraulic section.
- CARTIER, J. (1536). *Voyages en Nouvelle-France*. Textes remis en français moderne par Robert Lahaise et Marie Couturier (1984). Montréal, Éditions Hurtubise, 158 p.
- CDMF (Canada Dept. of Marine and Fisheries) (1915). *Investigation of water levels, River St. Lawrence between Montreal and Lake St. Peter*, Ottawa, 15 p.
- CORLEY, N. (1961). « The St. Lawrence Ship Channel, 1805-1865 ». *Cahiers de géographie de Québec*, vol 8, pp. 277-306.
- DUMONT, S. (1996). *Étude des impacts des reversoires de Sorel sur l'écoulement et les niveaux d'eau dans le tronçon Montréal-Sorel du fleuve Saint-Laurent*. Pêches et Océans Canada, Garde côtière, Région Laurentienne, 9 p. et annexes.
- GOUDREAU, S. (1990). « Une navigation parsemée d'embûches ». *Cap-aux-Diamants*, numéro 22, Été 1990, pp. 35-38.
- KEEFER, T. C. (1855). *Report on Dredging in Lake St. Peter and on the Improvement of the St. Lawrence River between Montréal and Québec*. Montréal Harbour Commissioners, Montréal.
- LANGLOIS, C., L. LAPIERRE, M. LÉVEILLÉ, P. TURGEON et C. MÉNARD (1992). *Synthèse des connaissances sur les communautés biologiques du Lac Saint-Pierre*. Rapport technique. Zone d'intérêt prioritaire, Centre Saint-Laurent, Conservation et Protection, Environment Canada, 236 p.
- MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS DU CANADA (1988). *Construction des îlots artificiels du lac Saint-Pierre*. Sainte-Foy, 22 p. + annexes.
- MORIN, J. et A. BOUCHARD (2000). *Les bases de la modélisation du tronçon Montréal /Trois-Rivières*. Rapport scientifique SMC-Hydrométrie RS-100. Environnement Canada, Sainte-Foy, 56 p.
- PASIN, A. (1979) *Historique des reversoires des îles de Sorel*. Garde côtière canadienne, rapport V2-213, 23 p.
- PELLEGRIN, C. (1976). « Le chenal maritime du Saint-Laurent : caractéristiques et développement ». *L'ingénieur*, mai-Juin 1976, pp. 27-31.
- PROCÉAN INC. (1996). *Étude en vue d'un dragage sélectif des hauts-fonds dans la voie navigable entre Montréal et Cap à la Roche. Tome 1*. Les consultants Jacques Bérubé Inc. Québec.
- ROBINSON, A. W. (1902) « The Hydraulic Dredge J. Israel Tarte ». *Canadian Society of Civil Engineers*, Montreal. pp. 1-22.
- SILES, J. (2000). *État structurel des îlots du lac Saint-Pierre-1999*. Rapport interne de la Garde côtière canadienne, région Laurentienne (Hydraulique et relevés), 40 p. + annexes.

REGARDS SUR LE MONDE

AOTEAROA / NOUVELLE-ZÉLANDE : Perspective sur les glaciers et avalanches

Par Bruno de Passillé, Te Whare Wānanga O Waitaha / University of Canterbury, Aotearoa / New Zealand, Department of Geography

Aotearoa

Aotearoa / Nouvelle-Zélande, la terre du long nuage blanc, est située quelque part entre l'océan Pacifique, les eaux glaciales de l'Antarctique, et la mer de Tasmanie. Le climat y est particulier et fortement variable compte tenu de sa petite superficie. Constituée principalement de deux îles (nord et sud) sises entre les latitudes 34° S et 47° S, les paysages retrouvés y sont immensément diversifiés. L'île du nord est principalement caractérisée par une géologie volcanique encore fortement active et est parsemée de sources thermales. L'île du sud est, pour sa part fortement influencée par Kā Tiritiri o te Moana, le nom indigène des Alpes néo-zélandaises, qui divisent l'île sur un axe quasi nord-sud, en deux régions distinctes: à l'est la région de plaines alluviales et à l'ouest la région de montagnes.

Glaciers

Les Alpes néo-zélandaises contiennent les glaciers et les champs de neige les plus importants de l'Hémisphère Sud, à l'exception de l'Antarctique et des Andes. Ayant pour sommet Aoraki / Mont Cook, qui s'élève à 3 748m d'altitude, et plusieurs autres montagnes atteignant 3 000 mètres, cette chaîne de montagnes est très attrayantes pour bon nombre d'alpinistes, de skieurs, mais aussi pour les simple randonneurs qui, en quelques heures de marche, peuvent admirer de fabuleux paysages.

Petit pays soit, Aotearoa / Nouvelle-Zélande, devient, pour plusieurs scientifiques qui se concentrent sur l'étude des glaces et des neiges, un véritable petit paradis puisque plus de 3 100 glaciers d'une superficie d'au moins 0.01 km² y sont retrouvés (Chinn, 1989). Les deux glaciers les plus connus sont probablement le Tasman, long de 29 kilomètres et le Franz Josef, qui se retrouvent tous deux sur la côte ouest de l'île du sud. Ce dernier est reconnu pour sa façade terminale embrassant une forêt tropicale tempérée s'élevant à une altitude d'environ 300 m au-dessus du niveau de la mer. Ces écosystèmes sont changeant et leur stabilité fragile. En effet, Ruddell (1995) évalue une perte nationale de volume de glace d'environ 36 km³,

soit une réduction de 100 km³ à 64 km³, au cours du dernier siècle. Ces données s'avèrent indispensables dans le débat des changements climatiques. L'ensemble de la cryosphère de Nouvelle-Zélande est très sensible à ces changements et procure aux scientifiques de très bons signaux pour suivre leurs implications et développement. Pour ce faire, de nombreuses recherches sur les fluctuations des avancées et retraites de langues glaciaires, des calculs de balances massiques, de vitesses ainsi que des variations d'épaisseurs sont entreprises sur plusieurs glaciers de l'île du sud. De plus, les temps de réponse aux variations de climat sont aussi observés individuellement par glacier, pour ensuite être comparé par régions régionales, nationales et internationales.



Paysage de montagnes sur l'île du Sud. (Photo : Bruno de Passillé)

Dans cette perspective, l'étude des glaciers devient donc une composante très importante dans le dossier des changements climatiques et une attention particulière peut être apportée aux glaciers néo-zélandais, facilement accessibles et remplis de réponses à plusieurs questions posées par les scientifiques.

Avalanches

En plus des glaciers qui la parsèment, Aoteroa / Nouvelle Zélande est un pays où divers phénomènes naturels, tremblements de terre, éruptions volcaniques et inondations, présentent un risque pour plus d'une communauté. Ces événements extrêmes ont, dans les faits, laissé bien peu de place aux avalanches qui pendant plusieurs années n'étaient même pas incluses dans la liste nationale des désastres naturels (Ministry of Civil Defence, 1994). Pourtant, historiquement parlant, la Nouvelle-Zélande possède un bilan de 128 décès causés par des avalanches, entre 1860 et 1999. Comparé à des pays comme la France, la Suisse, l'Autriche ou même le Canada, ce nombre semble très petit. Par contre, les mêmes chiffres, regardés sous l'angle *per capita*, prennent une autre signification et deviennent de portée comparable à ceux de la France.



Le Glacier Franz Joseph : Un immense trou décharge une importante quantité d'eau en avril 2003 (jokulhlaups). Est-ce une conséquence du réchauffement climatique? Pas nécessairement. (Photo : Becky Goodsell)

La majorité des décès encourus en Nouvelle-Zélande impliquent des récréationnistes (généralement alpinistes et skieurs); ce qui diffère fortement des pays européens où des communautés vivant dans les montagnes sont trop souvent prises au dépourvu (Figure 3). Depuis les années 1970, des études portant sur la cartographie de zones à risques, sur la prévision et sur les effets

des avalanches sur la géomorphologie et végétation ont été entreprises. Les développements des Systèmes d'Informations Géographiques (SIG), de la télédétection et de la météorologie sont des atouts indispensables à cette science qui permettent de procéder à des analyses précises améliorant les prévisions d'avalanches et ainsi en réduire les risques.

Kā Tiritiri o te Moana sont une richesse inouïe de trésors scientifiques mais aussi culturels et naturels, où nombreuses légendes y puisent leur inspiration. Elles doivent être appréciés et préservés le mieux possible. Je vous invite à prendre le temps de venir les visiter pour mieux apprécier.



Les montagnes Buchanans : paradis pour l'héli-ski et les avalanches. (Photo : Bruno de Passillé)

Bibliographie

- Chinn, T.J.H., 1989, *Glaciers of New Zealand*, US Geological Survey Professional Paper 1386-H2, Washington, DC: Government Printing Office.
- Ministry of Civil Defence, 1994, National report of New Zealand prepared for the IDNDR midterm review and the 1994 world conference on Natural disaster reduction, *Tephra*, Vol. 13, p. 1-48.
- Ruddell, A., 1995, Recent glacier and climate change in the NZ Alps, Unpublished PhD thesis, Meteorology Department, University of Melbourne. In Fitzharris, B., Lawson, W., Owens, I., 1999, Research on glaciers and snow in New Zealand, *Progress in Physical Geography*, Vol. 23, No. 4, p. 469-500.

CROISIÈRES ET TOURISME POLAIRE :

Des vacances aux confins de la géographie

Par Alain A. Grenier, Université de Laponie, Faculté des sciences sociales, B.P. 122. Rovaniemi 96101, Finlande, Courriel : agrenier@urova.fi

Alain A. Grenier est étudiant au doctorat et l'auteur du livre "Croisières et tourisme polaire dans le Passage du nord-Est," publié en décembre 2003 sous les Presses de l'Université de Laponie.

Nous sommes un peu après le solstice d'été, un 21 décembre. C'est un jour plutôt froid, en ce début d'été austral. Les gens en sont bientôt à leur deuxième journée de navigation. Ils ont passé la Cap Horn, franchi le détroit de Drake et ses vagues de 10 mètres, non sans y laisser leur estomac sens dessus dessous. À la fin du second jour, la mer retrouve un calme plat. Sur la passerelle, le capitaine et ses acolytes discutent autour du radar. Cette fois, ça y est : l'image ne trompe pas. Malgré l'épais brouillard, les flocons de neige, nous y sommes. Pourtant, rien en vue. Notre vaisseau, l'*Akademik Ioffe* de l'Académie des sciences de Russie, s'immobilise presque. Ses passagers font le guet sur les ponts extérieurs. Rien en vue.

Tout à coup, quand chacun s'apprête à y renoncer, quelques rochers, saupoudrés eux aussi de neige, apparaissent à travers la brume, si clairs et à la fois si irréels, comme s'ils flottaient, suspendus presque au-dessus du navire. L'impression est si forte que la surprise fait place au silence, accompagné de larmes sur des joues rosées par le froid.

Voilà comment plusieurs vivent leur première expérience polaire; celle de l'Antarctique.

* * *

De cette Antarctique, Dean MacCannell (*The Tourist - A New Theory Of The Leisure Class*) dit que "cet endroit, s'il en existe aucun autre du genre [...], est la frontière du monde du tourisme (1999: 186). En effet, l'Antarctique représente, pour plusieurs, le bout du monde, non seulement la fin géographique mais peut-être un peu aussi un peu, celle de l'imagination. C'est là, après tout, que la géographie perd son nom. Pour certains, l'Antarctique est aussi le commencement d'un autre univers. C'est le premier et le dernier des continents – le premier à avoir été imaginé par les grands penseurs. Le dernier que l'humain ait foulé. Mis à part une poignée de scientifiques, peu de gens séjournent dans ce bout perdu du monde. Mais voilà, les touristes arrivent !

Ces voyageurs des temps modernes sont les lointains descendants des explorateurs; les touristes des premiers jours. L'être humain avait cependant commencé à bouger bien avant que les Colomb, Cook, Vancouver ou Cartier se lancent à la recherche de nouveaux mondes. L'Homme n'a peut-être pas encore pris domicile permanent en Antarctique mais cela ne saurait tarder. Aujourd'hui, on se déplace et on voyage de plus en plus par plaisir et sur des distances de plus en plus considérables. Des sondages réalisés aux États-Unis démontrent que 60 % des gens rêvent de faire une croisière (Morrison *et al.* 1996 : 16). Le tourisme de croisière est donc voué à un bel avenir puisque seule une infime partie du marché touristique a déjà consommé ce type de service.

Plusieurs facteurs incitent les consommateurs à considérer une croisière comme type de vacances. Les croisières sont faciles à organiser puisqu'elles proposent des forfaits complets : hébergement, restauration, visites et divertissement. On peut choisir une croisière 'conventionnelle,' dans des latitudes où l'exotisme se mesure en chaleur et îles enchanteresses. Et puis il y en a d'autres, qui choisissent un enchantement d'un autre type : ils troquent le maillot de bain pour des vêtements d'hiver, une caméra ou des jumelles, et les voilà, au coeur de l'été, partis à la conquête des Pôles.

Survол historique du tourisme de croisière en Antarctique

Les premières activités touristiques, en Antarctique, remontent à 1958. Cette saison là, l'Argentine et le Chili devaient mener un grand total de quatre croisières (Enzenbacher 1993: 143) et ainsi mener les 500 premiers touristes à visiter les îles Shetland du Sud. Mais c'est à l'agence new-yorkaise *Lindblad Travel*, propriété d'Eric Lars-Lindblad, que l'on doit l'apparition de la notion d'écotourisme en Antarctique. Lindblad mène ses premières croisières polaires en 1966 grâce au navire *Lapataia*, affrété auprès de la Marine argentine. Elle s'impose dans les années 1970 et développe un concept de croisières orientées vers la nature polaire, assaisonnées de conférences dites éducatives et d'excursions au sol pour visiter des sites fauniques, historiques et/ou scientifiques.

La formule est vite récupérée par les nouveaux venus qui organisent des circuits similaires. L'ennui est que la navigation en milieu polaire nécessite des navires de classe polaire. Or, peu de navires de ce type peuvent accommoder des touristes. Tout va changer en 1991. C'est à la chute de l'économie soviétique, à la fin des années 1980, et la mort du régime communiste, en août 1991, que l'on doit le tourisme de croisières en milieux polaires. L'effondrement de l'URSS a libéré certains des meilleurs navires polaires jusque là employés à des fins scientifiques. Faute de pouvoir financer leurs nombreux programmes scientifiques, les Russes optent pour la location de leur technologie et de leurs équipages à des intérêts étrangers, ce qui permet non seulement de sauver quelques centaines d'emplois — ceux des marins — mais aussi de maintenir les navires en bon état.

Les années 1990 voient ainsi une hausse marquée du tourisme de croisières polaires en Antarctique et en Arctique (quoique, à un niveau moindre). Mais dans une industrie où l'argent veut tout dire, les risques de ratées sont aussi élevés et à plusieurs titres (financement des opérations, roulement d'argent et approvisionnement des navires en nourriture et pétrole, salaires du personnel, conditions météorologiques parfois difficiles, etc.). Ainsi, les compagnies qui semblent faire la pluie et le beau temps sont constamment talonnées et menacées d'être remplacées par des concurrents plus agressifs. Les organisateurs ont donc recours à toutes sortes d'astuces pour rentabiliser leurs navires... et leurs destinations! C'est là l'un des paradoxes du tourisme de la nature : comment rentabiliser l'activité sans détruire la ressource?

Ainsi, une saison touristique typique, dans la péninsule Antarctique, s'étire maintenant de la mi-novembre à la mi-mars. On sait cependant que les conditions météorologiques ne sont véritablement idéales pour le voyage qu'au cœur de l'été austral, soit en janvier et février. C'est aussi à cette période de l'année que l'Antarctique devient une sorte de maternité pour une faune abondante dont le temps et l'espace nécessaires aux fins de reproduction, sont très limités (moins de 0.4 % de l'Antarctique est libre de glace, pendant l'été). L'arrivée des touristes représente donc un risque de perturbations pour cette faune.

En ce moment, la majeure partie des croisières polaires menées en Antarctique sont concentrées dans le nord-ouest de la péninsule. Malgré les quelques itinéraires consacrés à d'autres secteurs de l'Antarctique, soit à partir de l'Afrique du Sud, de l'Australie ou de la Nouvelle-Zélande, la péninsule Antarctique offre le meilleur rapport qualité prix, compte tenu de la diversité de la faune et des paysages observables et surtout, en raison des prix et de la durée des itinéraires, plus accessibles (la distance séparant la péninsule Antarctique de l'Amérique du Sud est de loin inférieure - 975 km - à celles qui séparent le continent polaire de l'Afrique du Sud - 3 000 km- ou de l'Australie et de la Nouvelle-Zélande - 2 500 km). La péninsule Antarctique

dispose aussi d'un climat beaucoup plus doux, ce qui explique en partie la diversité de ses espèces d'oiseaux et de ses mammifères marins et, du coup, la concentration imposante de stations scientifiques de plus en plus accessibles aux visiteurs. En revanche, le reste du continent, couvert par une épaisse calotte polaire pour le moins plate, offre peu en fait de paysages. Le reste de l'Antarctique attire plutôt les touristes qui veulent observer le manchot empereur où les campements historiques établis par Amundsen et Scott sur le bord de la mer de Ross, dans la quête du pôle Sud.

Au cours des cinq dernières années, chaque été austral a ramené avec lui un nombre record de visiteurs vers l'Antarctique. En fait, plus de 45 % des touristes ayant déjà mis les pieds en Antarctique l'ont fait durant ou après 1995. Déjà 10 649 touristes avaient été enregistrés en Antarctique au cours de la saison australe 1994-95. La majorité (8 297) devait effectuer leur voyage à bord de l'un des seize navires ayant offert 94 croisières, cette année là (Enzenbacher 1996: 3). Cela représentait une augmentation de plus de 6 % sur la saison touristique précédente.

Le nombre d'organiseurs de circuits maritimes et le nombre de navires employés, en hausse durant les années 1990, ont tendance à se stabiliser. La taille des navires a cependant tendance à augmenter, accommodant plus de passagers (avec les mêmes petits équipages), ce qui est moins coûteux et moins exigeant pour l'organisateur. En fait, le trafic du tourisme maritime est tellement à la hausse qu'il devient difficile de passer une journée entière sans croiser un autre navire chargé de touristes.

Destination populaire

Le tourisme polaire est souvent perçu comme un jumeau de l'écotourisme. L'un comme l'autre traduisent le besoin du touriste de vivre une expérience dans une région naturelle qu'il ou elle *croit* méconnue (besoin d'acquérir du prestige social) et encore 'pure' (héritage de la période romantique), parce que *loin* des destinations traditionnelles de masse. Dans ces régions qui, selon les touristes de la nature, doivent obligatoirement se trouver très loin de son environnement quotidien, le visiteur croit pouvoir enfin accéder à la *vraie* nature! Car un grand nombre de soi-disant écotouristes demeurent convaincus que plus loin se trouve leur lieu de villégiature, plus la nature y sera meilleure (Wood 1991 : 117).

Cela ne pourrait être plus faux. Le trafic touristique est si important, de nos jours, en Antarctique, que les organisateurs de circuits doivent souvent tenter de 'cacher' ou 'dissimuler' navires et touristes dans la nature afin d'éviter que différents groupes ne s'y croisent. Cela permet alors à l'industrie touristique de faire croire à chacun de ses clients qu'il est le premier à visiter une région donnée (Vuilleumier 1996: 3). Nous ne pouvons cependant tous être les premiers.

Le tableau 1 présente certains des sites les plus visités et le nombre de visiteurs reçus au cours par saison. Certains de ces sites (Cuverville, Port Lockroy, etc.) doivent leur popularité soit à la faune locale (chaque lieu est généralement propre à une espèce faunique ou encore dominé par l'une de ces espèces – manchots, albatros et autres oiseaux nicheurs, otaries ou phoques). En l'absence de faune (Baie du Paradis), c'est la qualité du panorama, souvent montagneux et accidenté, la présence d'une station scientifique, des vestiges se rapportant à l'histoire humaine du continent ou un phénomène naturel (géologique et géothermique, principalement) comme à l'Anse au Pendule, qui attire l'attention.

De janvier 1958 à mars 1995, 559 croisières ont été répertoriées, au sud du 60° parallèle sud, ce qui représente plus de 68 000 visiteurs (Enzenbacher 1996: 3). Pour le seul secteur de la péninsule Antarctique, ces touristes — et les suivants — ont visité plusieurs sites, dont 51 au cours de la saison de 1992-93. Deux ans plus tard, les visites s'étendaient déjà à 91 sites.

Malgré les augmentations notables, les organisateurs de circuits maritimes continuent de qualifier leurs croisières d'expériences 'uniques.' Plusieurs qualifient même leur produit non pas de croisière mais plutôt d'*expédition* et d'*exploration* polaire. Les diverses compagnies s'entendent pour éviter de se marcher sur les pieds, et tentent dans la mesure du possible, de s'éviter.

Il n'en demeure pas moins qu'à force de toujours vouloir être le premier à visiter les dernières régions dites de nature sauvage de la planète, le 'bon' tourisme commence à frôler les frontières de l'abus et menace même l'environnement. C'est le cas des régions polaires que des conditions climatiques extrêmes ont longtemps suffi à protéger contre la présence humaine et l'industrialisation. Elles sont devenues symbole de l'état naturel de notre planète parce qu'elles échappent encore à notre expérience directe. C'est pourquoi certains gouvernements et groupes environnementaux souhaitent voir l'Antarctique devenir un parc mondial. Paradoxalement, l'attention dirigée vers l'Antarctique à travers de telles campagnes contribue à accroître la demande des touristes qui veulent visiter le dernier

continent, faisant du même coup augmenter les pressions sur cet environnement polaire déjà fragile (Wood 1991 : 116).

Au cours de la saison de 1994-95, par exemple, par exemple, l'organisation étasunienne *National Science Foundation (NSF)* a enregistré les visites consécutives de deux navires sur onze sites différents en une seule et même journée. Trois des sites visités par ces deux navires avaient également fait l'objet d'au moins trois autres visites par d'autres navires, le même jour (Enzenbacher 1996: 8). Les impacts négatifs des touristes se traduisent surtout par le harcèlement de la faune sur terre et en mer, et, à une moindre échelle, le piétinement répété de la flore (ce problème est beaucoup plus accentué dans l'Arctique).

Les experts s'entendent pour prédire que le nombre de visiteurs va continuer de s'accroître dans la péninsule Antarctique, que la taille des navires va encore augmenter et que le prix du billet va se stabiliser pour attirer doucement un nombre sans cesse croissant de voyageurs. Du reste, le prix d'une croisière de sept jours dans la péninsule Antarctique se compare déjà assez bien avec les séjours en Europe de durée équivalente, à partir de l'Amérique du Nord.

Le tourisme polaire se développe un peu plus chaque année. Plusieurs compagnies touristiques déjà établies en Antarctique ont déjà commencé à se tourner vers l'Arctique. Mais c'est encore en Antarctique que l'on met à l'essai les nouveaux produits. Cela est dû à une saison touristique plus longue que celle de l'Arctique où les conditions de navigation demeurent très difficiles, même durant l'été.

Les touristes qui rêvaient au début des années 1990 de pouvoir camper et dormir, au moins une nuit en sol antarctique, sont désormais comblés. Certains organisateurs proposent des circuits avec, en option, camping et alpinisme pour réaliser l'ascension de certains sommets de la péninsule Antarctique. D'autres circuits proposent aux voyageurs de pagayer le long des côtes polaires. Enfin, certains itinéraires semblent s'adresser de façon plus particulière aux besoins des photographes amateurs et professionnels.

TABEAU 1: Sites les plus populaires pour le tourisme en Antarctique et nombre de visites

Nom du site	1989-90	1994-95	1996-97	2000-01	2002-03
Anse au Pendule	587	2 803	-----	4 211	-----
Baie du Paradis (Al. Brown)	1 191	1 307	2 504	4 445	6 556
Havre Niko	-----	560	2 348	4 383	5 827
Île Cuverville (Baie du Paradis)	883	3 367	3 714	5 615	4 749
Île Goudier	-----	-----	262	2 575	6 928
Île Half Moon	1 191	3 017	2 258	5 711	5 413
Île Peterman	761	3 406	-----	4 813	6 311
Jouglu Point	-----	-----	102	2 796	6 575
Port Lockroy	796	1 769	3 110	5 726	-----
Station Gon. Videla	1 038	1 559	-----	3 286	-----
Whalers Bay (Baie des baleiniers)	1 682	5 241	3 012	7 065	8 934

(Source: IAATO www.iaato.org/tourismstatistics/top5.xls)

Le potentiel du tourisme de croisières, polaires ou autres, est en pleine effervescence et est encore loin d'atteindre son point de saturation. Dans les régions polaires, les touristes de croisières sont d'abord et avant tout états-uniens, tout comme un nombre dominant d'organismes de circuits maritimes. Cela n'a rien d'une coïncidence. Les États-Uniens, et de façon plus particulière les citoyens retraités, constituent la masse principale des voyageurs qui disposent du temps de vacances et surtout des revenus nécessaires pour s'offrir ce type de loisir. Il est aussi beaucoup plus facile d'inviter des États-Uniens à choisir des panoramas glacés pour y vivre leurs vacances que des Canadiens, par exemple, pour qui neige et glace n'ont rien d'exotique et qui choisissent généralement des destinations plus tropicales.

Reste que la plupart des observateurs s'entendent pour dire que le nombre de touristes et de croisières dans les deux grandes régions polaires va continuer à gagner en nombre et en popularité au cours des prochaines années (Prokosch 1996: 1). Cela soulève alors une panoplie de questions quant à la conservation et la protection de ces environnements, sans parler de la sécurité des touristes, soulevée notamment par le naufrage du *Bahia Paraiso* (1989).

Conclusion

Le tourisme de la nature en région polaire repose en grande partie sur un besoin d'alternatifs au tourisme de masse. En misant sur l'éducation, la conservation de l'environnement et l'observation de la nature, les organisateurs de circuits touristiques en régions polaires croient pouvoir capitaliser sur les derniers grands espaces de la planète sans pour autant compromettre les qualités qui ont fait la renommée de ces destinations. Dans les faits, la technologie que les Russes ont mis à la disposition de l'industrie du tourisme contribue d'abord et avant tout à démocratiser l'accès des dernières grandes frontières. Ce faisant, de plus en plus de gens y accèdent; souvent au détriment de la qualité de l'environnement. Pour les entrepreneurs et chercheurs, la solution passe par le développement de modèles de gestion du tourisme. Dans cette direction, la voie est pavée de bonnes intentions.

Bibliographie

- ENZENBACHER, Debra J. (1993) 'Tourists in Antarctica: Numbers and Trends,' *Tourism Management*, Avril 1993.
- ENZENBACHER, Debra J. (1996) *Recent Developments in Antarctic Tourism*, Antarctic Treaty XX Consultative Meeting, Agenda Item number 9, soumis par le Royaume-Uni.
- IAATO (*International Association of Antarctic tour Operators*), www.iaato.org/tourismstatistics/top5.xls
- MACCANNELL, Dean (1999) *The Tourist — A New Theory of the Leisure Class*, University of California Press, États-Unis.
- MORRISON, Alastair M.; YANG, Chung-Hui et NADKARNI, Nandini (1996) "Comparative Profiles of travellers On Cruises And Land-Based Resort Vacations", *The Journal of Tourism Studies*, Vol. 7, No. 2, Australie..
- PROKOSCH, Peter (1996) 'Guidelines for Arctic Tourism on the Way,' *WWF Arctic Bulletin*, No. 1., Norvège..

VUILLEUMIER, François (1996), 'Negative Impact of Tourism on Antarctica Animals and Plants,' *Southern Connection Newsletter*, July 1996, Numéro 10, Australie.

WOOD, Katie et HOUSE, Syd (1991) *The Good Tourist*, Mandarin Paoer-backs, Royaume-Uni.

J'ai lu

L'envers de l'assiette et quelques idées pour la remettre à l'endroit

Laure Waridel,

Illustration de Pascal Hébert,

Éditions Écosociété, Environnement Jeunesse

Montréal, 173 p.



L'hiver s'installe dans l'hémisphère nord, donnant à quelques-uns des tentations de voyage vers des latitudes plus chaudes. Pour ceux qui sont en manque d'inspiration rien de plus facile : un petit voyage au supermarché ou encore au marché. On y trouve des choix multiples de destination de rêve : pommes du Chili, kiwis de la Nouvelle-Zélande, mangues du Mexique, fraises de Californie, clémentines du Maroc, asperges du Pérou,

etc. Nos choix alimentaires ont augmenté avec les possibilités de conservation et de transport des fruits et légumes. Il en va de même de la viande. Pour une majorité de personnes, les produits de l'alimentation parcourent des milliers de kilomètres avant d'arriver dans l'assiette. Ici nous ne parlons pas des produits transformés, mais des produits « frais ». Cette observation amène à nous questionner sur notre manière de manger : ce que fait Laure Waridel, avec maints exemples, dans cet excellent livre de vulgarisation.

Conservant l'idée des 3R du mouvement du recyclage, l'auteur apporte une nouvelle formule facile à retenir les 3N-J. Cette équation veut dire Nu, Non-loin, Naturel et Juste. La section sur le *Nu* démontre la nécessité de la réduction des emballages. Celle sur le *Non-loin*, en illustrant les problèmes environnementaux provoqués par la pollution des véhicules, milite pour la réduction du transport des aliments et pour un rapprochement des citoyens avec les agriculteurs de leurs régions. *Naturel* propose une réduction de la transformation des aliments et de l'utilisation de tous les produits chimiques utilisés dans l'agriculture moderne. Enfin, *Juste* suggère le partage équitable de la richesse provenant de la production des aliments.

Émaillé de nombreuses capsules « Le saviez-vous » et d'illustrations percutantes, l'ouvrage de Laure Waridel apporte de nombreuses informations sur nos habitudes alimentaires et sur des solutions envisageables. Ainsi, chaque chapitre se conclut par une rubrique « Consommation ».

Loin d'être un livre pour les *purs et durs* Laure Waridel s'adresse à tous ceux qui veulent commencer des petites actions afin d'arrêter l'atteinte profonde à l'intégrité de notre environnement. Dans la suite du livre de Cadance Savage, *Eat-up* (1992), *L'envers de l'assiette et quelques idées pour la remettre à l'endroit* nous donne des outils pour analyser les aliments de notre supermarché, d'où ils viennent, qui les transforment, etc. Ainsi, *acheter* devient *voter*, un vote démocratique contre les abus de la marchandisation des aliments. Faire de choix alimentaires permet d'avoir une influence quotidienne sur ce qui se passe autour de nous

É. Duchemin

Écocide – Une brève histoire de l'extinction en masse des espèces

Franz J. Broswimmer,

Éditions Parangon, traduction de Thierry Vanès, 2003

Paris, 272 p.



Chercheur au Globalization Research Center de l'Université d'Hawaï à Manoa, Franz J. Broswimmer nous livre un ouvrage dont le but est incontestablement de tirer la sonnette d'alarme. Au cours d'un voyage historique cheminant des sociétés préhistoriques et de leurs impacts sur l'environnement jusqu'à l'exploitation commerciale des espèces et la destruction de leur habitat que nous connaissons aujourd'hui, l'auteur adopte une approche interdisciplinaire pour recenser les vecteurs sociaux, politiques, économiques et idéologiques du phénomène anthropogène d'écocide.

Le livre se structure en 5 parties. Dans le premier chapitre intitulé « L'odyssée humaine : de l'évolution biologique à l'évolution culturelle », l'auteur explique les tournants de l'évolution humaine qui ont mené à l'émergence de la culture et du langage comme caractéristiques définissantes de notre espèce. En abordant les principales étapes de l'évolution du genre *Homo* vers le stade *Sapiens*, Broswimmer introduit le premier impact écologique de l'espèce humaine : l'extinction mondiale en masse de la « mégafaune » du quaternaire récent.

Le chapitre 2, *des relations problématiques entre nature et société avant l'ère moderne*, examine l'impact des sociétés prémodernes sur l'environnement. En plus de présenter le lien

entre la transition néolithique vers l'agriculture sédentaire, voilà 10000 ans, et l'extinction de la mégafaune et les changements climatologiques durant le pléistocène récent, ce chapitre décrit les implications de la production sédentaire de nourriture et de la domestication, notamment l'essor économique et les cycles écologiques gâchés de certaines sociétés de l'Antiquité.

Dans le chapitre 3 intitulé *L'assaut moderne contre la nature : la genèse de l'écocide*, l'émergence du capitalisme, l'apparition associée de la pensée scientifique et technologique et l'assaut commercial croissant contre les espèces sont observés à l'échelle mondiale pour illustrer et expliquer la mondialisation de la dégradation de l'environnement.

Broszimer décrit dans son quatrième chapitre, « La planète comme zone sacrifiée », les implications écologiques et sociales de la privatisation des terrains qui ont fait de la nature un *grenier de biens* commercialisables. Il analyse en particulier le rôle de l'économie de guerre industrielle moderne et de la croissance démographique comme causes partielles de la crise écocide mondiale.

Enfin, dans le chapitre 5 intitulé *Écocide et mondialisation*, l'auteur aborde la mainmise que les entreprises ont sur la gestion de l'environnement. Il confronte le néo-libéralisme galopant à des mouvements ponctuels d'opposition, notamment la démocratie écologique.

Le livre conclut avec une observation sur ce que signifie vivre à une époque d'écocide. Finalement, l'auteur a regroupé en fin d'ouvrage une ribambelle de chiffres très intéressants sur les absurdités de notre société et des règles qui la dirigent.

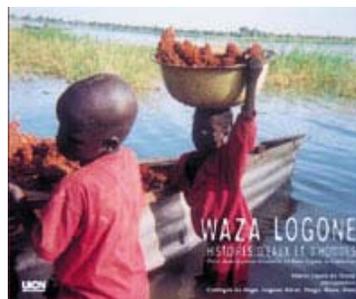
Cette analyse historique des relations entre l'humain et la nature montre bien que les dégâts infligés à cette dernière ne datent pas d'hier, mais que le problème s'amplifie dangereusement. Le lecteur est alors sensibilisé aux menaces des relations non soutenables que la société humaine entretient avec l'environnement. Par son ouvrage, Broszimer rappelle une fois de plus que l'évolution de la société humaine jusqu'à nos jours s'est faite et continue de se faire selon des règles d'exploitation et d'utilisation sans limite, dans un environnement par définition fini.

Enfin, ajoutons que le style de narration de l'auteur est par moment très descriptif et peut ressembler à un récit de faits sans lien apparent, ce qui rend parfois la lecture rébarbative. L'objectif de l'auteur reste néanmoins atteint : tel un outil éducatif, l'ouvrage fournit un message d'alerte éloquent et démontre que seule une perspective à long terme peut enrayer la situation.

N. Sbarato

Waza Logone - Histoires d'eaux et d'Hommes

Marie-Laure de Noray,
World Conservation Union-IUCN
2003



Situé à l'extrême nord-est du Cameroun la plaine d'inondation de Waza Logone a subi les affres du développement des années 1980. Un aménagement hydraulique est venu transformer l'équilibre qu'entretenaient les communautés avec le

rythme de la nature. Un aménagement devant apporter la prospérité à la région a acculé les populations à l'exode. Que faire contre ce développement sauvage sans consultation, si ce n'est que cultiver l'espoir - l'espoir du retour de l'eau dans les plaines. Les habitants de la plaine de Waza Logone ont transformé cet espoir en réalité.

Dans cet ouvrage, Marie-Laure de Noray trace un portrait sensible des habitants de cette région oubliée. Sous forme de témoignages, les petites histoires du quotidien, comme des clin d'œil intimes sur la vie dans la plaine d'inondation de Waza Logone, dessinent tranquillement le portrait complexe de cette région où s'entrecoupent rêves, braconnage, guerre, sécheresse. L'auteure aborde tout autant les problèmes des humains que ceux auxquels font face la faune et la flore. L'ouvrage se sert comme toile de fond des travaux de l'Union mondiale pour la nature (IUCN), l'éditeur de ce livre, et de ses partenaires dans la plaine d'inondation de Waza Logone depuis plus de 12 ans. Ceux-ci travaillent avec les communautés locales afin de ramener les crues dans la plaine d'inondation.

Les photos émaillant le texte proviennent des habitants de la plaine. Elles illustrent les travaux des pêcheurs, des *transhumans* ou encore aspirations des femmes de cette région. Elles parlent du quotidien de la vie dans la plaine de Waza Logone.

Voici un beau livre à laisser sur la table de lecture afin que les invités puissent le feuilleter...et qui sait vouloir le lire dans son entier.

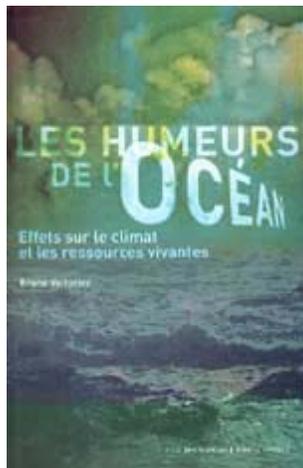
É. Duchemin

Pour commander le livre

<http://www.iucn.org/themes/wetlands/pdf/WazaOrderForm.pdf>

Les humeurs de l'océan : effets sur le climat et les ressources vivantes

Bruno Voituriez
Éditions UNESCO, 2003
Paris, 158 p.



L'océan, cette masse bleue, est un environnement d'importance mondiale tout autant pour la biodiversité cachée qu'elle recèle que pour son rôle dans le contrôle du climat. Nous n'avons qu'à prendre l'exemple du Gulf Stream, un courant d'eau chaude se dirigeant des Caraïbes vers le nord de l'Europe, pour comprendre l'importance que l'océan a sur l'environnement. Le *Gulf Stream* et plusieurs autres courants marins, expliquent les différences de températures entre la France et le Québec, pourtant situé aux mêmes

latitudes. Ces courants servent à équilibrer le bilan énergétique de la Terre. L'étude des océans débuta dès que les hommes commencèrent à voyager sur ceux-ci. Les marins ont rapidement découvert les courants marins pouvant les ramener rapidement à leur destination. Cependant, l'étude de sa dynamique complexe et son lien avec le climat L'océanographie est récente. Le fleuron marquant symboliquement la naissance de l'océanographie se retrouve dans l'expédition britannique *Challenger* de 1872 à 1876. Pour les amoureux des livres, il existe quelques ouvrages décrivant cette expédition - à rechercher chez les bouquinistes (en France particulièrement).

Sans ambages, Bruno Voituriez nous livre dans cet ouvrage quelques secrets de la dynamique des océans. Il aborde la dynamique physique et biologique de l'océan. En ce qui concerne la dynamique biologique des océans, il concentre son propos sur les écosystèmes de surface, délaissant les écosystèmes sous-marins le long des dorsales océaniques. D'autres chapitres abordent les relations entre les oscillations climatiques et la ressource halieutique et celles entre les variations océaniques et climatiques. Dans ces deux chapitres, l'auteur relève, sans être très exhaustif, quelques cas permettant de pleinement saisir l'importance de comprendre le rôle de la dynamique océanique.

Entre la vulgarisation et le propos scientifique, cet ouvrage intéressera toutes les personnes cherchant des informations sur le fonctionnement de l'océan, sur sa valeur économique et sur son lien avec le climat. Loin des livres océanographiques standards, généralement remplis d'équations, l'UNESCO vient de publier un livre accessible à tous. Il est dommage que les figures ne soient pas de qualité constante.

É. Duchemin

Pour commander le livre :

<http://upo.unesco.org/bookdetails.asp?id=3481>

L'avenir de la vie

Edward O. Wilson
Éditions du Seuil, 2003
Paris, 283 p.

Avec une rhétorique sans surprise Edward O. Wilson, un spécialiste de renom de la biodiversité dont les études portent particulièrement sur les insectes, livre dans cet ouvrage un plaidoyer pour la sauvegarde de l'environnement. Edward O. Wilson . La qualité du livre ne se retrouve pas dans son objectif, déjà défendu par de nombreux autres auteurs avant, mais dans ces exemples et le propos axé sur la valeur de la biodiversité. Ainsi, il est à son meilleur lorsque, délaissant les questions de surpopulation, d'utilisation de l'eau, il nous parle de cette flore et de cette faune en voie de disparition. Ses propos sur la transformation d'Hawaï sont des plus révélateurs sur notre impact sur la biodiversité, mais aussi sur le risque des espèces invasives.

Les histoires entourant la bioprospection relevées dans ce livre - bien que nous pouvons trouver que cette prospection du monde végétal et animal est un vol d'une ressource mondiale ou des pays en développement - sont explicites sur l'efficacité de nos sociétés à faire disparaître des espèces et surtout des remèdes potentiels pour des maladies comme le VIH. Ainsi en 1987 des collecteurs ont trouvé par hasard un arbre ayant un tel potentiel. Cependant, il fut impossible de le retrouver après les analyses préliminaires démontrant le potentiel des feuilles de cet arbre, la forêt ayant été coupée pour faire place à des champs de culture. Par chance, les prospecteurs retrouvèrent quelques autres spécimens de cet arbre au Jardin botanique de Singapour. Aurons-nous toujours cette chance?

Partant d'exemples entourant les 5 forces de bases utilisées en biologie de la conservation, l'auteur fait ressortir l'impact de la société humaine sur la biodiversité et sur la structure même du monde animal et végétal. Tout cela sans restreindre son analyse au monde moderne. Pourquoi les villes de l'Amérique que nord-est sont-elles infestées par l'écureuil gris, tandis que l'écureuil roux prend sa place dans son habitat? Pourquoi retrouve-t-on des anomalies sur des grenouilles léopards et des rainettes grillons de l'Oregon? Autant de questions qui trouvent des réponses.

La biodiversité est comme le canari de mines de charbon du siècle dernier, un cri que lance l'environnement sur l'éminence d'impacts lourds de signification pour notre société. Serons-nous écouter le cri d'alarme poussé par ces reptiles, batraciens, insectes disparaissant à un rythme effréné? Edward O. Wilson le croit et donne des pistes de solution. Bonne lecture.

É. Duchemin

Découverte: Le site *Earth Observatory* de la NASA. On y retrouve des photos, mais aussi des données sur divers paramètres. Le tout pouvant être personnalisé pour un suivi ou pour des comparaisons mensuelles, annuelles, pluriannuelles, etc. **Sur ma table de chevet:** Le GEO de novembre 2003. Particulièrement pour un article ayant comme titre *l'incroyable sanctuaire vert du Caucase*. Un peu d'information sur l'état de l'environnement d'une région dont nous entendons peu parler. **Sur mon bureau:** Un document du Bureau d'audiences publiques sur l'environnement du Québec : *Un quart de siècle de démocratie participative*. Un document faisant l'historique sommaire de cette institution primordiale pour la gestion de l'environnement au Québec

Les Éditions en Environnement VertigO

La revue électronique en sciences de l'environnement VertigO

La revue électronique **VertigO**, fondé en avril 2000, s'est donnée pour mandat la promotion et la diffusion, au sein de la francophonie, de recherches et d'opinions scientifiques sur les problématiques environnementales. **VertigO** privilégie la diffusion de savoirs critiques, de travaux et résultats de recherche et de dossiers d'actualité. La revue rejoint une grande diversité d'acteurs sociaux au sein de la francophonie qui oeuvrent en environnement.

La revue électronique en sciences de l'environnement VertigO désire répondre à quatre objectifs principaux : éduquer, former, informer et communiquer.

Éduquer en créant des liens avec les institutions d'éducation et de formation.

En collaboration avec les programmes universitaires, la revue permet la diffusion de travaux de recherche d'étudiants universitaires tout en offrant un support à la rédaction scientifique. Les publications étudiantes sont soutenues par des articles provenant de chercheurs seniors.

Former en offrant des stages d'immersion et une littérature scientifique francophone

La revue accueille des stagiaires dans le cadre de ses activités afin d'offrir une immersion dans le domaine de l'édition scientifique électronique. Les articles publiés servent de support académique. Enfin, VertigO désire, en partageant son expertise, favoriser la création de revues électroniques autonomes au sein de la francophonie.

Informer en diffusant des articles scientifiques et d'information

La revue accueille, sans barrière disciplinaire, des travaux provenant d'une grande variété de disciplines notamment des sciences sociales et de la nature, du droit, de la philosophie et des sciences de la santé. Ces travaux proviennent d'une grande diversité d'auteurs (universitaires, organismes non gouvernementaux en environnement, instituts de recherche indépendants, consultants privés) oeuvrant en sciences de l'environnement.

Communiquer en créant un lieu d'échanges accessible au plus grand nombre.

La revue travaille à l'émergence d'un réseau de revues électroniques en environnement afin de favoriser la rencontre d'un bassin critique de lecteurs, la création de forums et autres activités à caractère scientifique (séminaires électroniques, colloques, etc.).