

Document final des
Semaines Thématiques
de la Tribune de l'eau
d'Expo Zaragoza 2008

► TRIBUNE DE L'EAU
Une Expo sans date de péremption

Index

PRÉSENTATION

Elena Espinosa Mangana

Ministre d'Environnement et du Milieu Rural et Marin _____ 7

PROLOGUE

Roque Gistau Gistau

Président d'Expoagua Zaragoza 2008 _____ 8

INTRODUCTION

Dix Semaines Thématiques _____ 10

COORDINATEURS

Coordinateurs des semaines thématiques

de la Tribune de l'Eau _____ 13

EAU ET TERRE

Gestion du territoire, Boisement

Document de synthèse	15
Conclusions	66
Résumés	70

EAU ET VILLE

Règles des gouvernements locaux pour le développement durable

Document de synthèse	84
Conclusions	96
Résumés	96

L'EAU PUR LA VIE

Santé Qualité de l'eau

Document de synthèse	124
Conclusions	131
Résumés	133

L'EAU PUR LA VIE

Fleuves et durabilité

Document de synthèse	149
Conclusions	156
Résumés	160

L'EAU, UNE RESSOURCE UNIQUE

Eaux partagées

Géopolitique de l'eau

Document de synthèse	165
Conclusions	168
Résumés	174

LES SERVICES D'APPROVISIONNEMENT ET D'ASSAINISSEMENT

Cadre régulateur et institutionnel

Vociété et niveau de services

Efficacité, gestión et développement

Document de synthèse	202
Conclusions	215
Résumés	216

CHANGEMENT CLIMATIQUE ET PHÉNOMÈNES EXTRÊMES

Vers un monde menacé par la pénurie d'eau
et marqué par l'incertitude

Document de synthèse	243
Résumés	250
Conclusions	268

ÉCONOMIE ET FINANCES DE L'EAU

Marchés de l'eau

Solutions financières pour les pays émergents

Document de synthèse	279
Conclusions	308
Résumés	318

EAU ET SOCIÉTÉ

Éducation, Communication, Culture

Atelier pour la recherche de la paix hydraulique

Document de synthèse	354
Conclusions	357
Résumés	359
Atelier pour la recherche de la paix hydraulique	377

EAU ET ÉNERGIE

L'eau pour l'énergie et l'énergie pour l'eau
Sources d'énergie non conventionnelles

Document de synthèse	386
Conclusions	405
Résumés	407

NOUVES SOURCES D'EAU

Réutilisation et Dessalement

Document de synthèse	425
Conclusions	432
Résumés	440

CHARTRE DE ZARAGOZA 2008

Charte de Zaragoza 2008	454

CRÉDITS

Crédits	459

PRÉSENTATION

L'Espagne est parvenue à consolider, depuis quelques années, sa position de leader mondial en matière de gestion des ressources en eau et de développement durable. L'Exposition Internationale de Saragosse 2008, qui a compté sur l'implication très active du Ministère de l'Environnement et du Milieu Rural et Marin Espagnol, en est le témoignage.

Le thème de l'exposition « Eau et Développement Durable » représente pour notre pays un véritable enjeu d'avenir auquel nous devons consacrer tous nos efforts. Le développement durable constitue un processus global et intégral dont le rôle clé appartient à l'eau. Nous considérons que pour développer un pays ou une région, il est essentiel de disposer de politiques et d'institutions qui s'appliquent à la gestion intégrée de l'eau dans une perspective écologique, sociale, économique et d'avenir. Sans administration et gestion pertinente des ressources en eau, tant du point de vue de la qualité que de la quantité et une étroite collaboration entre les administrations de l'eau et de l'environnement, il sera impossible d'harmoniser la gestion et les demandes durables, de protéger l'environnement et par conséquent, d'atteindre un développement durable.

Parmi les diverses activités scientifiques-techniques de ce grand événement, ExpoZaragoza, qui s'est tenu du 14 juin au 14 septembre 2008, des rencontres entre spécialistes et des actions de divulgation s'adressant au grand public se sont déroulées au sein de la Tribune de l'Eau. Il convient de souligner, notamment, les dix Semaines Thématiques dont les principaux résultats sont présentés dans le document que j'ai l'honneur de préfacer. Les activités ont compté sur la participation d'experts et de public provenant de nombreux pays du monde qui ont apporté leurs expériences et leurs initiatives pour contribuer à l'amélioration de la gestion des ressources en eau sur la planète.

Le contenu des Semaines Thématiques de la Tribune de l'Eau de l'Expo Zaragoza 2008 reprend les approches et les enjeux, de points de vue différents mais toujours innovants, auxquels l'Espagne peut

largement contribuer, à titre d'exemple, je citerai: le dessalement, la réutilisation des eaux et l'utilisation rationnelle des nouvelles sources d'eau ; la modernisation des systèmes d'irrigation avec des productivités meilleures par unité de volume d'eau et la participation active des différents secteurs dans la prise de décisions; l'amélioration de la santé publique au travers de services modernes d'eau potable et d'assainissement grâce à une gestion intégrée et efficiente de ces ressources; la gestion coordonnée des eaux dans le domaine du bassin hydrographique; l'économie et les finances de l'eau selon des schémas modernes et durables; les efforts réalisés pour faire face au changement climatique ou dans l'utilisation des sources d'énergie renouvelables et durables qui ont donné des résultats importants et qui constituent un exemple à l'échelle internationale.

L'ensemble des conférences, les documents d'emplacement ainsi que les conclusions de chacune des Semaines Thématiques méritent d'être pris en compte car ils représentent les différentes opinions des diverses parties intéressées rattachées au secteur de l'eau. Le débat est toujours enrichissant et lorsqu'il s'agit de questions cruciales en matière de ressources en eau, l'implication d'experts de réputation internationale, comme à Saragosse, ne peut que susciter un plus grand intérêt.

Enfin, il convient de souligner l'élaboration de la Charte de Saragosse 2008. Un document qui synthétise et reflète un ensemble d'aspirations à une gestion de l'eau meilleure et plus juste dans le monde. Un texte dont, comme l'a signalé le Président de l'Espagne, M. José Luis Rodríguez Zapatero, durant la Cérémonie de Clôture de l'Expo Saragosse 2008 « nous assumons toutes ces recommandations que nous mettrons en pratique dans le développement d'initiatives environnementales et dans notre activité de coopération internationale »

J'espère que le contenu du présent ouvrage qui encourage l'utilisation rationnelle des ressources en eau et contribue ainsi à parvenir à un développement durable, saura vous intéresser.

Elena Espinosa Mangana

Ministre de l'Environnement
et du Milieu Rural et Marin

PROLOGUE

L'Exposition Internationale de Saragosse 2008 s'est articulée autour du thème "Eau et Développement Durable", et constitue la première exposition thématique de l'histoire. Elle s'est appuyée sur trois vecteurs porteurs des contenus: architecture et urbanisme- en construisant une enceinte suivant des critères d'efficience et durabilité environnementale, expographies – en informant et instruisant les visiteurs d'une façon plastique et claire sur les problèmes et les solutions concernant le thème général- et spectacles- en développant un plan ambitieux qui a rassemblé des représentations modernes, attirantes et d'excellente qualité artistique, venues du monde entier.

Le support technique-scientifique, la Tribune de l'Eau, a été conçu comme l'instrument intellectuel de l'Expo 2008 et a permis le débat, l'échange d'expériences et d'opinions ainsi que des propositions de solutions en matière de gestion de l'eau et du développement durable. Des solutions concrètes et pratiques face au diagnostic ont constitué l'objectif essentiel qui a présidé toutes les activités de la Tribune.

La rencontre du savoir, l'apprentissage et les réponses aux enjeux et aux problèmes posés actuellement par la gestion des ressources en eau est le fruit de ce processus singulier. Envisager, proposer, débattre et accorder des solutions, des leçons apprises, des expériences à répéter et des recommandations concrètes sont les démarches qui ont apporté les connaissances précises en matière de gestion de l'eau dans une perspective de durabilité. Le pavillon de la Tribune de l'Eau, ainsi que divers forums à Saragosse et à Huesca ont accueillis ces activités durant les 93 jours de l'Exposition Internationale.

Plus de 320 séances thématiques ont eu lieu, comptant 3200 participants provenant de 111 pays, des agences multilatérales telles que l'Union Européenne, l'ONU, la Banque Mondiale, des organisations intergouvernementales et non gouvernementales et des représentants des différents domaines

et secteurs d'activité. L'enceinte de l'exposition a accueilli politiques, diplomates, chefs d'entreprises, scientifiques, technologues, gestionnaires, économistes, chercheurs, législateurs, philosophes, écrivains, journalistes, artistes et public : une participation large et plurielle de tous les acteurs de l'eau. Ainsi, cet événement est devenu le plus vaste et prolongé des événements internationaux ayant l'eau pour thème central de discussion.

L'activité de la Tribune de l'Eau s'est basée sur neuf instruments, parmi lesquels, il convient de souligner tout particulièrement les Semaines Thématiques : organisées en tant que forums spécialisés de rencontre d'experts en 10 grands blocs thématiques, elles ont constitué l'instrument principal et l'essence de la Charte de Saragosse 2008.

Le document que le lecteur a entre les mains constitue une synthèse structurée des résultats des Semaines Thématiques, dans lequel les Coordinateurs, spécialistes de renom International dans leur domaine respectif de recherche et d'activité professionnelle, ont résumé les principales conclusions et propositions.

Cet ouvrage fait partie de la « Boîte Bleue » : il s'agit de l'un des meilleurs legs de l'Exposition Internationale, comprenant tous les événements survenus durant les 93 jours de séances sous un format de libre consultation de plus de 500 documents scientifiques-techniques, 500 présentations, 400 bulletins et informations d'actualité, plus de 500 vidéos et environ 3.500 photographies. Ce recueil deviendra une référence incontournable pour les spécialistes, les techniciens, les représentants publics et les citoyens en général, intéressés par cette matière.

Je soulignerais qu'au cours de mes 30 années de carrière professionnelle, je n'ai jamais vu d'événement qui ait concentré autant de « matière grise » dans une réflexion fructueuse en propositions et idées innovantes en matière d'eau.

Les chiffres sont spectaculaires: 422 intervenants durant les Semaines Thématiques, provenant de 148 pays et 329 entités publiques et privées. Parmi les 3.000 participants du public, il y avait des experts de l'eau, des techniciens et des gestionnaires provenant des pays participants à Expo 2008, des journalistes, un nombre considérable d'étudiants qui ont obtenu des crédits grâce à leur participation ou encore de simples citoyens. Ils ont tous contribué à l'objectif de trouver des solutions aux divers enjeux posés par l'eau et le développement durable. Le haut degré de satisfaction des participants et la répercussion médiatique remarquable font preuve du succès et de la pertinence de l'activité.

La Tribune de l'Eau a ajouté valeur, perspective et profondeur à l'Exposition Internationale et a con-

tribué à renforcer la position de l'Espagne en tant que référence mondiale en matière d'eau et de développement durable. Les résultats sont un ensemble de propositions et de solutions engagées envers la planète, l'eau et l'environnement qui a requis tous les efforts de l'équipe directive et obtenu un grand succès et que je félicite chaleureusement.

Je souhaite exprimer mes remerciements aux institutions publiques d'Espagne, au Bureau International des Expositions et aux entreprises sponsors, dont le soutien généreux a rendu possible ce projet ambitieux.

Une planète meilleure, une société plus juste, en somme, un usage plus efficient et durable de l'eau, méritent bien l'effort réalisé.

Roque Gistau Gistau
Président d'Expoagua Zaragoza 2008

Introduction

DIX SEMAINES THÉMATIQUES

La Tribune de l'Eau a été conçue comme l'instrument intellectuel de l'Exposition Internationale de Saragosse 2008. Elle a permis aux experts de se rencontrer, d'échanger des expériences et des propositions, de dialoguer et de débattre ainsi que de parvenir à un consensus sur les grandes questions de la gestion de l'eau et du développement durable.

La Tribune de l'Eau a su mobiliser les divers acteurs de l'eau dans une participation large et plurielle: politiques, diplomates, chefs d'entreprises, scientifiques, technologues, gestionnaires, économistes, chercheurs, législateurs, philosophes, écrivains, journalistes, communicateurs, artistes, académiciens, étudiants et profanes.

Les solutions concrètes et pratiques face au diagnostic ont formé le leitmotiv qui a présidé tous les travaux de la Tribune de l'Eau durant son activité. Susciter et rassembler des propositions pratiques pour répondre aux principaux enjeux de l'eau et du développement durable a constitué la raison d'être de ce forum de discussion innovateur, la Tribune, dans le cadre de l'Exposition Internationale de Saragosse 2008.

La rencontre de la connaissance, sa diffusion entre des groupes pluriels et par conséquent, la contribution à l'apprentissage est le fruit de ce processus singulier. Des réponses ont été apportées à certains des problèmes et des enjeux importants posés, actuellement, par la gestion des ressources en eau et le développement durable. Envisager, proposer, débattre et accorder des solutions, des

leçons apprises, des expériences à répéter et des recommandations concrètes ont constitué la base de la connaissance et des expériences nécessaires pour encourager le changement de paradigme dans la gestion des ressources en eau dans une perspective de durabilité.

A partir du 14 juin et jusqu'au 14 septembre 2008, l'activité de la Tribune de l'eau s'est partagée entre son propre Pavillon au sein de l'Expo 2008 et divers forums à Saragosse et Huesca. Avec ses 93 jours de séances, consacrées à l'eau et au développement durable, la Tribune a été l'événement International au thème central de l'eau, le plus vaste et prolongé.

Plus de 320 séances thématiques, environ 3200 participants provenant de 111 pays, des agences multilatérales telles que l'ONU, la Banque Mondiale, l'Union Européenne, des organisations intergouvernementales et non gouvernementales et des représentants des différents domaines, secteurs et pays sont passés par l'amphithéâtre du Pavillon de la Tribune de l'Eau.

En qualité de plate-forme essentielle et d'instrument de travail, la Tribune de l'Eau de l'Expo Saragosse 2008 a organisé les Semaines Thématiques avec des forums spécialisés de rencontre d'experts des questions majeures en termes d'eau et de développement durable et d'étudiants universitaires. Ils ont tous satisfait à l'objectif de trouver des solutions aux divers défis concernant l'eau et le développement durable, susciter des propositions de nouvelles politiques de gestion de la ressource et mis en valeur les bonnes pratiques et les expériences à reproduire qui contribueront à changer le paradigme actuel en la matière.

Organisées en 10 grands blocs thématiques, les Semaines Thématiques ont constitué l'instrument principal de la Tribune de l'Eau et la substance de la Charte de Saragosse 2008 et de son Legs focalisé sur la dénommée Caja Azul (Boîte Bleue).

Les 10 Semaines Thématiques se sont déroulées avec la participation d'un large groupe de 422 intervenants et d'un public comptant plus de 3.000 experts. Les intervenants et le public expert provenaient de 54 pays et de 253 entités publiques et privées.

Ces semaines ont compté plus de 120 séances spécialisées sur les thèmes les plus importants en matière d'eau et de développement durable.

Les dix thèmes abordés durant les Semaines Thématiques sont présentés ci-après, ainsi que les axes thématiques sur lesquels s'est appuyé le déroulement des travaux:

	DÉNOMINATION DE LA SEMAINE THÉMATIQUE	AXES THÉMATIQUES	DATES
1	Eau et Terre	• Gestion territoriale • Reforestation • Agriculture Irriguée	Du 16 au 20 Juin 2008
2	Eau et Ville	• Autorités Locales et Gouvernance • Développement et Environnement Urbain	Du 25 au 28 Juin 2008
3	Eau pour la Vie	• Santé • Qualité de l'Eau • Fleuves et Durabilité	Du 30 Juin au 3 Juillet 2008
4	L'Eau, Ressource Unique	• Eaux Partagées : Gouvernance et Gouvernabilité • Géopolitique de l'Eau • Bassins Versants et Aquifères : Aménagement et Gestion	Du 7 au 10 Juillet 2008
5	Services d'Approvisionnement et d'Épuration	• Cadre Réglementaire et Institutionnel • Société et Niveau de Services • Efficacité, Gestion et Développement	Del 15 Julio al 18 Julio 2008
6	Changement Climatique et Phénomènes Extrêmes	• Changement Climatique • Phénomènes Extrêmes	Du 21 au 23 Juillet 2008
7	Économie et Finances de l'Eau	• La Marché de l'Eau • Solutions financières pour les pays émergents	Du 28 Juillet au 1er Août 2008
8	Eau et Société	• Éducation • Communication • Culture	Du 4 au 6 Août 2008
9	Eau et Énergie	• L'Eau pour l'Énergie, l'Énergie pour l'Eau • Sources Énergétiques non Conventionnelles	Du 1er au 3 Septembre 2008
10	Nouvelles sources d'eau: Réutilisation et Désalinisation	• Réutilisation • Désalinisation	Du 8 au 10 Septembre 2008

Ci-dessous, sont présentés les principaux chiffres issus de l'exercice des Semaines Thématiques.

INFORMATION FONDAMENTALE RELATIVE AUX INTERVENANTS ET AU PUBLIC EXPERT DES SEMAINES THÉMATIQUES

Semaine Thématique	Intervenants	Entités	Pays de provenance	Public expert participant
Eau et Terre	76	59	30	660
Eau et Ville	40	38	18	220
Eau pour la vie	34	31	19	305
L'Eau, ressource unique	38	28	17	240
Services d'Approvisionnement et d'Épuration	44	38	19	310
Changement Climatique et Phénomènes Extrêmes	27	19	8	205
Economie et Finances de l'Eau	49	38	11	287
Eau et Société	58	42	10	289
Eau et Énergie	33	23	10	250
Nouvelles Ressources d'Eau: Réutilisation et Désalinisation	23	13	6	245
TOTAL	422			3.011

Dans de nombreux cas, la présentation s'est réalisée sous forme de conférences et de tables rondes comptant une large et précieuse participation du public expert, avec l'objectif de trouver des propositions concrètes pour résoudre les défis les plus importants du sujet choisi pour la séance. Chaque séance a disposé d'un animateur et d'un groupe de rapporteurs qui ont rédigé le procès verbal détaillé de la séance, essentiel pour étayer l'élaboration des conclusions de la part du coordinateur et du comité scientifique.

En d'autres occasions, le format s'est basé sur un ensemble de conférences assorties de débat, rencontre de consensus et de propositions concrètes, disposant, de même, d'un animateur et de rapporteurs.

Les résultats obtenus de ces deux processus ont été fructueux, pluriels et se sont matérialisés dans la Charte de Saragosse 2008 et la Boîte Bleue.

COORDINATEURS DES SEMAINES THÉMATIQUES DE LA TRIBUNE DE L'EAU DE L'EXPO ZARAGOZA 2008

SEMAINE THÉMATIQUE	COORDINATION
EAU ET TERRE	Ramón Vallejo
EAU ET VILLE	Javier Celma
EAU POUR LA VIE	Antonio Sarriá Marta González del Tánago
L'EAU, RESSOURCE UNIQUE	Raymundo Garrido
SERVICES D'APPROVISIONNEMENT ET D'ÉPURATION	Francisco Cubillo
CHANGEMENT CLIMATIQUE ET PHÉNOMÈNES EXTRÊMES	José Manuel Moreno
ÉCONOMIE ET FINANCES DE L'EAU	Josefina Maestu
EAU ET SOCIÉTÉ	Luis Guijarro Víctor Viñuales Germán Bastida Mario Gaviria Artemio Baigorri
EAU ET ÉNERGIE	Gonzalo Sáenz de Miera
NOUVELLES SOURCES D'EAU: RÉUTILISATION ET DÉSALINISATION	Ángel Cajigas



Les chapitres présentés ci-après ont été élaborés par les Coordinateurs de chacune des Semaines Thématiques, avec le soutien de l'équipe ou du comité scientifique intégré à cette fin. Par conséquent, les textes présentés ci-après sont la reproduction fidèle et complète, sans amendements ou ajouts ultérieurs, des textes préparés dans chacun des cas par les Coordinateurs et les personnes qui les ont assistés.

Semaine Thématique 1

EAU ET TERRE

[Gestion du territoire, Boisement]

Document de synthèse¹

Coordinateur: V. Ramón Vallejo

Conférenciers, modérateurs et rapporteurs: C. Steinitz, L. Rojo, F. Luizao, M. Millán, A. Pulido, R. Schemenauer, C. Gracia, J. Ruiz de la Torre, J.J. Ramírez, J. Cortina, M. Acevedo, F. Prieto, C. Kirketerp, J. Bosco Senra, J. Botey, D. Gómez Orea, J.F. Bellot, S. González Alonso.

RÉSUMÉ :

Le développement économique et la productivité du territoire doivent être compatibles avec la préservation de la nature et des valeurs paysagères, et tout cela implique un usage rationnel des ressources hydriques. Selon la perspective humaine, les différents usages des terres entrent en compétition pour l'eau. La configuration du paysage et la répartition des usages de la terre affectent le flux de l'eau en termes de quantité et de qualité. Les usages de la terre et les couvertures du sol ont, par conséquent, un impact fort sur le cycle hydrique et sur sa possible régulation par la société. Les décisions concernant les changements d'usages des sols doivent accorder une grande attention au degré de réversibilité de ces changements. Nombre de transformations dans les usages de la terre sont pratiquement irréversibles à l'échelle du temps écologique et humain. Bien souvent, les processus sociaux et économiques changent très rapidement en termes de temps écologique, en particulier dans le cas des écosystèmes forestiers. Par conséquent, les changements devraient être modulés selon des perspectives à long terme si l'on veut prendre en considération le développement durable des écosystèmes. Les objectifs concernant l'eau doivent être compatibles avec d'autres objectifs de gestion, comme la préservation de la biodiversité et la lutte contre la désertification et le changement climatique.

A l'échelle régionale, les précipitations peuvent se voir affectées par la couverture végétale. Un cas emblématique est celui des forêts tropicales humides qui jouent un rôle critique dans le déclenchement des pluies de convection. La diminution de la couverture végétale dans un régime de haute recirculation globale de l'eau engendre une diminution de l'évapotranspiration qui peut causer la diminution des pluies.

Le brouillard constitue dans certaines régions une ressource hydrique de grande valeur, en particulier dans les régions arides. Il peut être utilisé pour approvisionner en eau potable des petites communautés rurales ou pour appuyer des programmes de boisement. Le profit qu'on en tire est encore maigre, bien en dessous de ses apports potentiels. Le défi consiste à développer la technologie appropriée et l'étendre aux usagers potentiels. Dans cette même perspective d'augmenter (et de conserver) les entrées d'eau, on oriente les techniques vers une augmentation de la recharge des aquifères, notamment sous un régime de pluies intenses, aussi bien en milieu rural qu'en milieu urbain.

La forêt est une grande consommatrice d'eau. Pourtant, dans certaines situations géographiques, elle peut être un capteur efficace du brouillard et, peut-être, un catalyseur des pluies dans des régimes de circulation locale. Elle constitue également la couverture la plus efficace dans la régulation hydrologique, fonction critique dans les régions

¹Document élaboré à partir des exposés écrits, présentations orales, discussions tout au long du déroulement des séances et leur compilation préparée par les modérateurs, rapporteurs et coordinateur avec l'aide de l'équipe de la Tribune de l'Eau.

où sont fréquentes les pluies torrentielles à haut pouvoir érosif et à haut risque d'inondations. La question, par conséquent, est de savoir comment concevoir la localisation et la gestion des forêts sur le territoire afin d'optimiser ses effets positifs sur le bilan hydrique régional. La gestion de la couverture forestière permet de comptabiliser les multiples objectifs de préservation, de distribution et de régulation des ressources hydriques. Il faut impulser une gestion forestière adaptée aux conditions méditerranéennes et axée sur la régulation hydrologique. Depuis plus d'un siècle, le boisement a été un instrument central de la protection et de la régulation des bassins hydrographiques. Les projets de restauration forestière doivent assumer la fonction protectrice des sols, l'amélioration de la biodiversité et de la productivité des zones boisées, ainsi que l'optimisation des ressources hydriques. Les techniques de restauration forestière doivent s'employer à surmonter le stress hydrique des plantes introduites et à limiter le ruissellement lorsque se produisent des pluies torrentielles. Au cours des dernières années on a développé avec force la technologie de restauration forestière dans des bois menacés par la désertification, grâce à une grande diversification des espèces et des techniques qui ont optimisé l'usage efficient de l'eau et amélioré de manière significative les résultats ayant trait à la survie et à la croissance des plants. Il existe des technologies molles, à l'efficacité démontrée, qui permettent d'optimiser l'usage de l'eau, en particulier dans les régions arides.

Le cycle hydrologique a de multiples fonctions bio-géo-chimiques nécessaires au fonctionnement de la biosphère, en plus de l'évapotranspiration. On ne peut pas manipuler le cycle hydrologique sans affecter ses fonctions bio-sphériques. L'aménagement du territoire doit prendre en considération la gestion de l'eau dans ses trois principales destinations : la transpiration des plantes de la végétation naturelle, les flux hydriques qui parviennent à la mer en fertilisant la productivité des écosystèmes côtiers et la consommation humaine, irrigation incluse. Evidemment, cet aménagement des ressources hydriques doit être compatible avec d'autres objectifs et limitations dont il faut tenir compte dans la planification territoriale. Dans la

même mesure, les diverses politiques sectorielles qui affectent les changements dans l'usage des sols et les couvertures doivent prendre en considération les répercussions hydrologiques et les intégrer comme critère de planification. Malgré leur part d'incertitude, la prévision de scénarios est un outil très utile pour la planification des usages du territoire, dans un contexte de gestion préventive de la ressource hydrique. La prise de décisions dans la planification du territoire peut être évaluée à partir de l'établissement de scénarios futurs, documentés à l'aide de modèles prédictifs, physiques, écologiques et sociaux, qui permettent d'assumer les risques et d'évaluer les alternatives futures qui impliquent des répercussions hydrologiques. La planification à l'échelle régionale, bassin hydrographique ou région urbaine, permet de confronter les intérêts et les risques locaux aux principes et aux risques globaux d'intérêt général. Les modèles de prise de décision multi-agent combinés aux modèles hydrologiques fournissent une méthodologie qui permet d'inclure les multiples acteurs humains dans les changements d'un bassin hydrographique.

La mise en oeuvre de programmes de gestion intégrée des ressources hydriques avec des garanties de succès requiert l'articulation administrative nécessaire pour obtenir une légitimation sociopolitique et la construction de pactes qui impliquent les secteurs publics, privés et les organisations de la société civile.

Mots clés: planification rurale, boisement, désertification, paysage, usages de la terre, brouillard, eau souterraine, gestion intégrée des bassins.

1. INTRODUCTION

L'eau est le principal facteur limitatif global de la photosynthèse des plantes terrestres, et par conséquent des forêts et des cultures.

Les terres, les écosystèmes, les unités du paysage sont connectés en termes d'énergie et de matière à travers le flux de fluides, c'est à dire de l'eau et de l'air en mouvement. C'est la même chose qui se passe dans les écosystèmes terrestres par rapport aux écosystèmes marins, et entre les régions du globe. L'eau procède à des échanges continus entre le sol, les plantes et l'atmosphère. Les cycles de l'eau et du carbone sont intimement liés, étant donné que les stomates contrôlent simultanément la transpiration et l'absorption de CO_2 . Le flux d'eau à travers les plantes et son évaporation par le biais de la transpiration est le prix que doivent payer les écosystèmes terrestres pour produire la photosynthèse, c'est à dire la production primaire de la majeure partie des aliments et de la fibre nécessaires à la société humaine. L'eau du sol non utilisée par les plantes et les eaux de flux rapide peuvent atteindre l'aquifère ou s'écouler sur les versants vers les rivières et finalement jusque dans la mer. Cet excès peut être utilisé par la société pour les usages culturels consommatoires. Les plantes terrestres sont en compétition pour l'eau, particulièrement dans des situations de pénurie. Selon la perspective humaine, les usages de la terre sont aussi en compétition pour l'eau. La configuration du paysage et la répartition des usages de la terre affectent le flux de l'eau en termes de quantité et de qualité, et par conséquent les usages de la terre et les couvertures du sol ont un impact fort sur le cycle hydrique et sur sa possible régulation par la société humaine.

"L'eau est le sang de la Terre"
Sagesse indigène (Brésil)

LE CYCLE DE L'EAU: DE L'ÉCHELLE GLOBALE À LA FORÊT

2. LE CYCLE GLOBAL DE L'EAU

Les mouvements de l'eau à travers l'atmosphère déterminent la répartition des pluies sur la Terre.

La plus grande réserve d'eau sur la Terre se trouve dans les océans, de même que la plus grande source d'eau susceptible d'être évaporée puis précipitée postérieurement. L'évaporation annuelle des océans extrait environ 100 cm d'eau par an. L'évaporation dépasse les précipitations dans les océans, alors qu'il se passe le contraire pour les terres émergées, où le ruissellement rend à la mer l'excès de précipitations. Les eaux souterraines constituent également une grande réserve, bien que les estimations de leur volume soient incertaines. Les sols contiennent 121 800 km³ d'eau, desquels 50% se situent dans la zone d'enracinement des plantes, en maintenant leur croissance.

La production d'aliments en agriculture requiert une forte consommation d'eau, de l'ordre de 1200 litres d'eau par kg de grain de blé produit.

La disponibilité en eau est le principal facteur limitatif individuel du développement de la végétation terrestre. En considérant la production primaire nette des plantes terrestres (60 x 1015g C/an) et l'évapotranspiration estimée dans la Fig. 1 (71 x 1018g H₂O/an), l'usage moyen global de l'eau par la végétation est de 1,28 mmol CO₂/mol d'eau perdue (environ 600 L/Kg de matière sèche produite). Dans le cas du grain de blé, le rapport est approximativement de 1200 L H₂O consommée/Kg de grain produit. Quand les précipitations excèdent l'évapotranspiration sur les terres émergées, il se produit un ruissellement qui transporte les produits de la météorisation des roches vers la mer. A l'échelle globale, le flux des rivières est de 40 000 km³/an. L'eau douce, les matériaux dissous et les particules qui atteignent la mer fertilisent les écosystèmes marins. La quantité totale d'eau dans l'atmosphère est très faible, équivalente à 0,3 cm de la pluie à un moment déterminé. On estime que près de 10% de l'humidité de l'atmosphère provient de la transpiration des plantes.

En moyenne globale, les rivières transportent vers la mer environ 1/3 des précipitations qui tombent sur les terres, et moins de 10% des précipitations atteignent les nappes phréatiques (données extraites de Schelesinger, 1997; Fig. 1). En définitive, seule une petite partie de la quantité totale d'eau sur Terre circule par évapotranspiration et précipitation entre les océans, l'atmosphère, le système sol-plante et les rivières sur les terres émergées.

La société humaine dépend d'une réserve relativement faible d'eau douce dans les rivières et les lacs, et de plus en plus de réserves souterraines. Les eaux douces représentent seulement 3% de toute l'eau de la Terre, et l'eau des lacs et des terrains humides ne représentent que 0,29%. 40% de l'eau douce est contenue dans les lacs Baïkal et dans les Grands Lacs d'Amérique du Nord. Les rivières ne transportent que 0,006% de toutes les réserves d'eau douce (USGS Water Science, <http://ga.water.usgs.gov>).

La société humaine dépend d'une réserve relativement faible d'eau douce dans les rivières et les lacs, et de plus en plus de réserves souterraines.

Dans les régions arides, l'évapotranspiration potentielle (ETP) excède les précipitations, les réserves d'eau dans le sol sont rares, et le débit des rivières très faible, bien souvent limité à quelques orages par an quand l'intensité de la pluie dépasse la capacité d'infiltration de l'eau dans le sol. Comme conséquence de la pénurie d'eau, la production primaire est pauvre, à moins que l'eau soit amenée, par l'irrigation, de ressources hydriques allochtones, par exemple souterraines

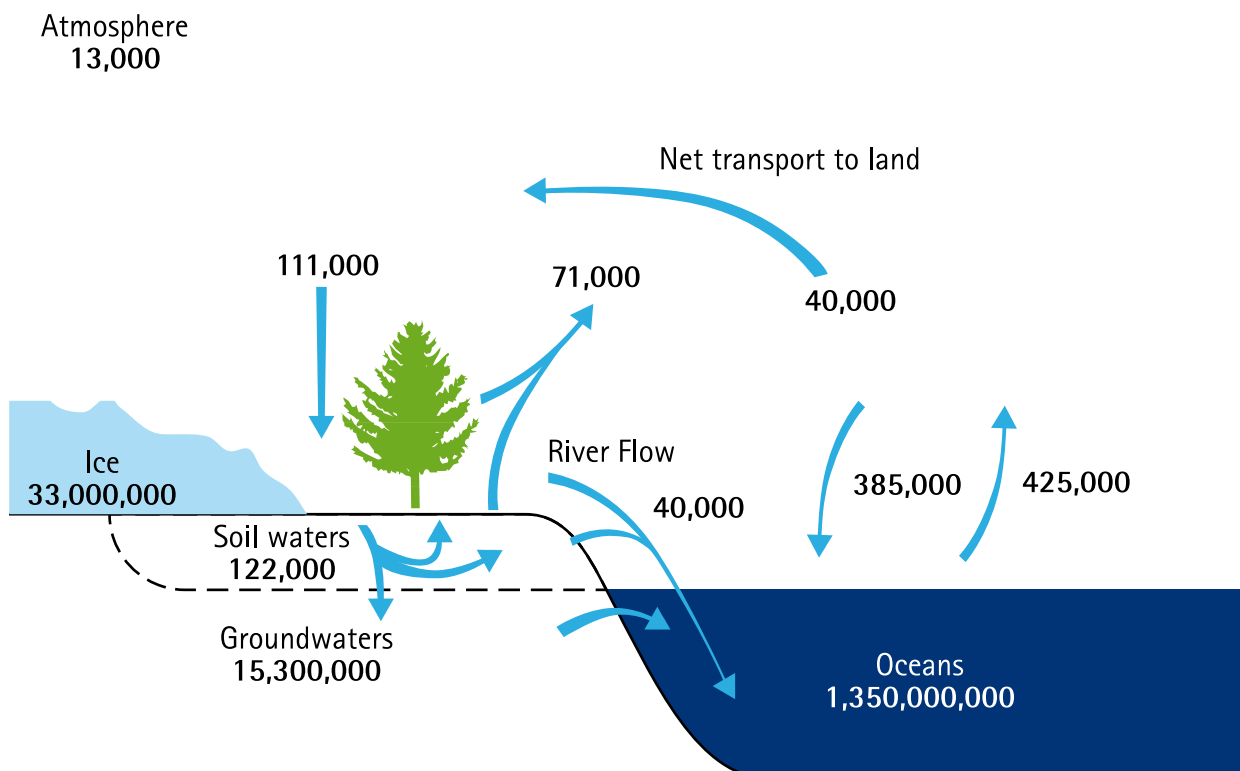


Figure 1. Cycle hydrologique global. Réserves (km³) et flux (km³/an). De Schelesinger (1997).

Les usages des sols pour un usage durable de l'eau dans une perspective globale

Les usages des sols et leurs changements dépendent généralement de facteurs sociaux et économiques, même si les limitations et les potentiels des ressources naturelles devraient aussi être pris en compte, en particulier les ressources primaires comme l'eau et le sol. Bien souvent, les processus sociaux et économiques changent très rapidement en termes de temps écologique, en particulier dans le cas des écosystèmes forestiers. Par conséquent, les changements devraient être modulés selon des perspectives à long terme si l'on veut prendre en considération le développement durable des écosystèmes. Les objectifs concernant l'eau doivent être compatibles avec d'autres objectifs de

gestion, comme la préservation de la biodiversité et la lutte contre la désertification et le changement climatique.

Le cycle de l'eau dans les terres doit entretenir la transpiration des plantes qui est nécessaire à la production primaire, aussi bien dans le cas d'écosystèmes naturels que dans les cultures. D'autre part, l'eau qui circule à travers le sol et le substrat géologique est nécessaire à la météorisation et à la libération des nutriments minéraux. Les eaux de ruissellement superficiel, enrichies par des nutriments et des sédiments, matière organique incluse, atteignent la mer et fertilisent les écosystèmes marins. Les océans sont hétérotrophes, par conséquent la matière organique et les nutriments apportés par le déversement des rivières sont essentiels pour soutenir la productivité des écosystèmes marins et, par conséquent, la pêche. Toutes ces fonctions de l'eau qui circule

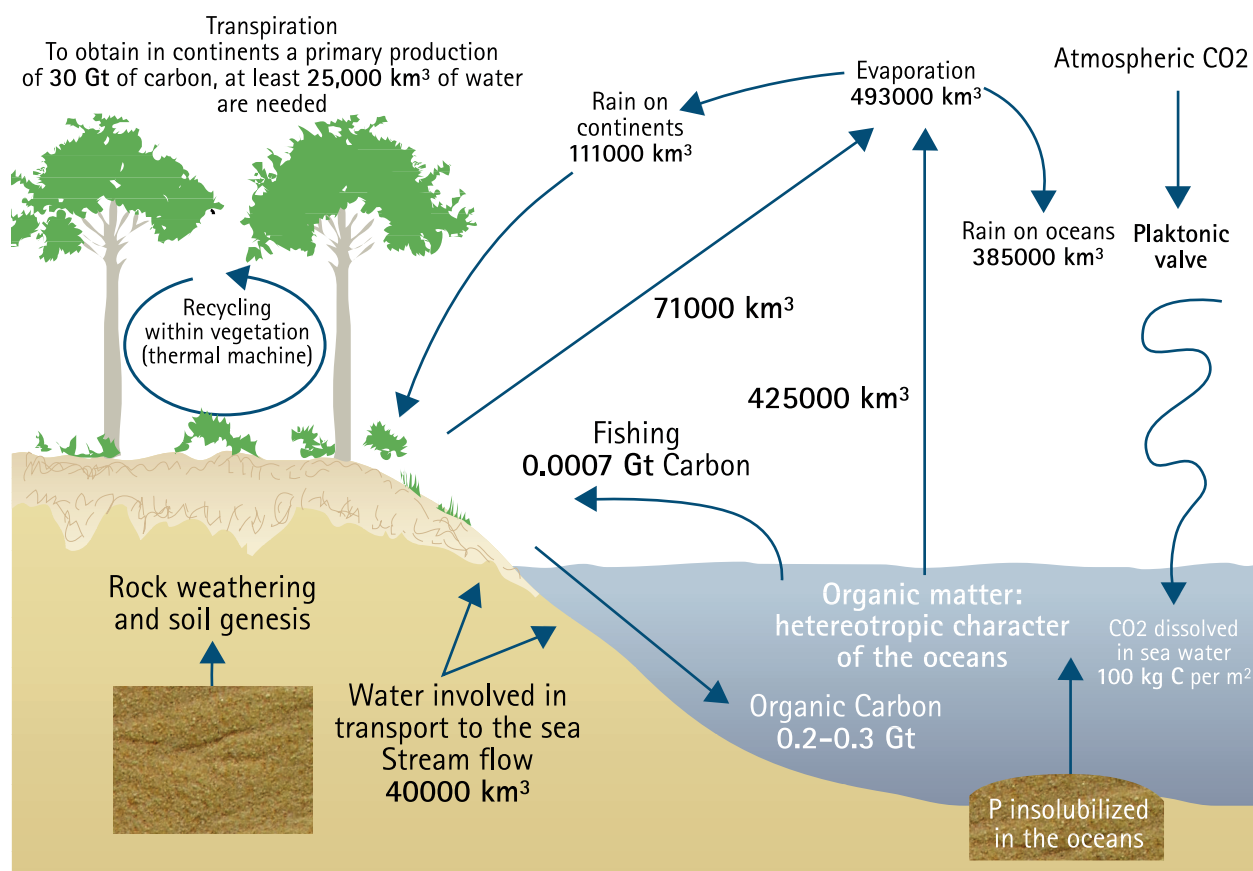


Figure 2. Cycle hydrique global et principaux processus bio-géo-sphériques liés. Les flux sont exprimés en valeurs annuelles. Extrait de Margalef (1996). Les valeurs des flux sont comparables avec celles de la Fig. 1.

dans les terres sont essentielles pour la biosphère, et pour la société humaine à long terme. Margalef (1996, Fig. 2) suggérait, comme une référence d'orientation, la règle des trois tiers pour répartir la pluie sur les terres émergées. Un tiers devrait s'écouler vers la mer, un tiers devrait circuler vers l'atmosphère par le biais de la transpiration des plantes des écosystèmes naturels, et le tiers restant pourrait être utilisé pour la consommation humaine, en incluant l'agriculture d'irrigation, les usages urbains et industriels. D'après le même auteur, l'eau disponible pour des usages consommateurs sans affecter négativement le cycle hydrique global ne devrait pas excéder 40000 km³ par an.

Le cycle hydrologique a de multiples fonctions bio-géo-chimiques nécessaires au fonctionnement de la biosphère, en plus de l'évapotranspiration. On ne peut pas manipuler le cycle hydrologique sans affecter ses fonctions bio-sphériques.

3. QUELQUES OPTIONS POUR AUGMENTER LES ENTRÉES D'EAU

Méthodes de captage d'eau en régions arides: l'amélioration de la recharge des aquifères

La pénurie d'eau en régions arides s'accompagne souvent de périodes de précipitations très intenses qui peuvent engendrer des inondations catastrophiques. Dans ces zones, l'eau de ruissellement peut être captée afin de recharger les aquifères, améliorant ainsi la prévention des inondations et la gestion des ressources hydriques.

Dans les régions arides et semi-arides les eaux superficielles sont très rares et, bien souvent, la seule eau disponible est la souterraine. Il y a un seuil en-dessous duquel la recharge de l'aquifère est inappréciable. Au cours des années les plus sèches, l'infiltration dans l'aquifère peut être pratiquement nulle.

Dans les années humides et/ou pendant des périodes de précipitations de haute intensité, l'infiltration peut être très élevée, à plus de 50% des précipitations. D'autre part, l'agriculture d'irrigation intensive dans les régions semi-arides a une grande importance économique, ce qui suppose une forte demande en eau pour l'arrosage et, souvent, un puisage intense dans les aquifères.

Les régions semi-arides ont depuis longtemps l'habitude de vivre avec la pénurie d'eau et ont développé, par conséquent, des systèmes pour tenter de capter l'eau quel que soit son état. Le Tableau 1 résume diverses méthodes traditionnelles de captage de l'eau et de recharge des aquifères.

Il existe des exemples d'agriculture ancienne de subsistance basée sur l'utilisation du captage de l'eau de ruissellement. Elle était pratiquée par les Nabatéens il y a plus de 2000 ans dans le désert du Negev et se trouvait bien développée dans les régions semi-arides d'Amérique du Sud lorsque sont arrivés les Espagnols (par exemple les "caisses" d'eau mexicaines, Hebert *et al.*, 1999). L'exemple le plus répandu en est l'aljibe, abondant dans le sud-est espagnol, qui continue à garantir de l'eau pour le bétail dans nombre de zones rurales (van Wesemael *et al.*, 1998). Dans les zones urbaines, les architectes se sont préoccupés de l'impact négatif de l'urbanisation sur le cycle hydrique, en particulier de la réduction de l'infiltration et de l'augmentation du ruissellement. Quelques-unes parmi les pratiques les plus courantes sont les citernes qui recueillent la pluie des toits, les surfaces végétales, les superficies poreuses, les pavements perméables, l'asphalte ou le goudron poreux, mais aussi des collecteurs d'infiltration intégrés au réseau urbain (Ferguson, 1994).

Table 1.- Quelques méthodes de captage d'eau et de recharge des aquifères.

Recolección de lluvia y niebla
Lluvia artificial
Recolección de niebla
Recolección de lluvia y escorrentía
Medio rural
Cajas de agua
Agua de tormentas
Infiltración en el lecho de las ramblas
Diques, balsas y zanjias
Careos
Presas de arena
Presas convencionales
Depósitos recolectores
Pozos de infiltración
Medio urbano
Sistemas de recolección en los tejados
Asfaltos porosos, hormigón poroso
Pavimentos alveolares abiertos con vegetación

Le ruissellement superficiel, en particulier dans les périodes de crues, peut être exploité par le biais de l'infiltration dans le lit même du cours d'eau, ou bien en favorisant l'infiltration dans des bassins ou des fossés latéraux après construction d'un canal d'écoulement. Des exemples actuels sur la face sud de la Sierra Nevada (Espagne), dont les Romains pourraient être à l'origine, se trouvaient en activité à l'époque arabe: il s'agit des careos qui exploitent l'eau du dégel pour la recharge artificielle et pour garantir l'approvisionnement en eau tout au long de l'été et jusqu'en automne (Pulido Bosch and Ben Sbih, 1997). Les "barrages de sable" qui abondent dans quelques zones d'Afrique (Kiviyi and Sharma, 2002) utilisent le remplissage de la partie arrière de la retenue pour stocker l'eau de ruissellement superficiel. Ces systèmes de captage d'eau sont suffisants pour maintenir 1 402 000 ha cultivés au Pakistan, 165 000 ha au Maroc, 150

000 ha en Somalie, 110 000 ha en Algérie, 98 000 ha au Yémen et 30 000 ha en Tunisie (Prinz, 2000).

Les barrages dans les régions semi-arides sont confrontés à des problèmes spécifiques dus au fort pouvoir érosif des eaux de ruissellement et à la tendance au colmatage relativement rapide. Le barrage d'Isabel II en offre un exemple extrême : on n'a jamais pu le mettre en marche à cause du colmatage qui s'est produit juste quand les travaux furent terminés, avec des pluies intenses. Un autre problème dans ces zones dérive de la grande variabilité des flux qui oblige à surdimensionner tous les ouvrages d'ingénierie afin de garantir la "régulation" en cas de pluies intenses. Si on ne le faisait pas, il y aurait des années pendant lesquelles les barrages seraient complètement vides et d'autres au cours desquelles se produiraient des débordements. C'est pour cette raison que la régulation basée sur les flux moyens offre peu de garanties. Le débit de l'Almanzora, par exemple, varie entre zéro et 255 hm³/an.

Dans les régions semi-arides il est possible d'augmenter les ressources hydriques en construisant des ouvrages d'ingénierie "molle", au coût relativement faible et à l'impact environnemental également faible, qui réduisent en même temps l'érosion du sol et favorisent le flux laminaire de ces eaux à haut pouvoir destructeur. Il ne semble pas qu'on puisse garantir de grands volumes par ces systèmes, même si les volumes de recharge peuvent être considérables avec l'aide d'autres actions anthropiques sur le milieu, comme les gravières et les creux laissés par d'autres carrières abandonnées. L'Agence de l'Eau d'Andalousie finance actuellement, de manière expérimentale, un projet de construction d'une barrière imperméable sur la section transversale du lit de l'Almanzora, dans le but que l'eau s'accumule dans le bassin en amont de la barrière. Les essais réalisés démontrent la haute efficacité hydrogéologique des gravières abandonnées, grâce à leurs dimensions considérables ainsi qu'à la grande perméabilité du terrain. Même si le réseau de digues n'a produit qu'une recharge induite de 10% du ruissellement engendré par un orage, certains sous-bassins ont donné des résultats particulièrement prometteurs.



Figure 3. Les collecteurs de brouillard à grande échelle donnent de l'eau lorsque la visibilité est inférieure à 300 mètres (Chili). Photo : R. Schemenauer.

La capture du brouillard

Le brouillard est présent dans presque tous les pays du monde. Il est une partie naturelle du cycle hydrologique et, de même que les précipitations, il fournit une source d'eau vitale. Sa contribution aux entrées d'eau dans un lieu particulier peut varier de 0 à presque 100% dans certains climats désertiques en altitude. Le brouillard est composé de minuscules gouttes d'eau de 1-40 microns de diamètre, avec des diamètres moyens de 10µm. Certaines variétés d'arbres recueillent efficacement ces petites gouttes de brouillard que déplace le vent. La coalescence produite sur les feuilles forme des gouttes plus grosses qui tombent par terre. Ce processus de captage naturel du brouillard est à la base des forêts brumeuses des tropiques, mais constitue aussi un apport d'eau important dans les forêts côtières des latitudes plus tempérées, et représente la seule ressource hydrique pour les plantes dans certaines régions désertiques du monde

(Follmann, 1963). Dans les forêts de haute altitude, ce processus peut fournir 20-50% des entrées d'eau dans l'écosystème. La combinaison des brouillards et des vents modérés peut donner lieu à de hauts flux de brumes qui peuvent être utilisés par la végétation ou recueillis par des collecteurs de brume artificiels. En plus d'apporter des quantités significatives d'eau, le brouillard peut également être une source de nutriments pour la forêt et une voie d'évacuation humide pour les éléments contaminants (Schemenauer *et al.* 1995).

Les évaluations des flux de brouillard qui utilisent un collecteur standard ont montré que dans les montagnes des déserts du Chili, du Yémen et de l'Erythrée les flux moyens variaient entre 3 et 9 L/m² de filet vertical par jour. Etant donné que l'efficacité de ces collecteurs est de 50%, dans ces régions arides il y a environ 10 L/m² et par jour d'eau douce se déplaçant sur la surface du terrain. Dans d'autres pays, les mesures de flux de brouillard ont donné des valeurs aussi basses

qu'1 L/m² et par jour en Namibie et aussi élevées que 70 L/m² et par jour dans le Sultanat d'Oman.

Les collecteurs de brouillard sont faits de filets en polypropylène ou polyéthylène, bon marché et résistants (Schemenauer and Joe, 1989). Le filet contient des fibres qui recueillent les gouttes de brouillard et il est tressé de manière à permettre un drainage rapide de l'eau recueillie. Le filet est placé sur des panneaux verticaux de 4 m de haut par 10 ou 12 m de large. Selon la localisation, chaque panneau produit de 150 à 750 litres d'eau potable par jour pendant la saison des brouillards. Les projets actuellement opérationnels utilisent entre 2 et 100 collecteurs de brouillard. Les projets ont réussi y compris dans des localités où l'on ne compte qu'1 mm de précipitations annuelles.

Il y a deux applications principales du captage d'eau dans les régions arides :

1) Les collecteurs peuvent fournir de l'eau qui respecte les standards de l'Organisation Mondiale de la Santé pour l'eau de consommation humaine, qui peut être utilisée dans les communautés rurales et groupes de maisons ; cette eau est de production à faible coût et peut être conduite jusqu'aux maisons par gravité ;

2) Les collecteurs peuvent fournir de l'eau pour le reboisement des crêtes et des parties élevées des montagnes où il n'est pas pratique de transporter de l'eau par les moyens conventionnels ; l'eau de brouillard peut être répartie par des systèmes d'arrosage au goutte à goutte par gravité. Les bois qui en résultent, s'ils sont situés de façon adéquate, peuvent arriver à être auto-durables par le biais du captage direct des eaux de brouillard. Une expérimentation d'envergure, financée par l'Union Européenne, a eu lieu à la fin des années 1990 pour rechercher des techniques de reboisement des collines de la côte désertique du Pérou. Un autre projet a été lancé au nord du Chili en 2008 pour créer une plantation au centre du désert d'Atacama, en utilisant les collecteurs de brouillard comme ressource hydrique. Une valeur ajoutée du captage de l'eau dans des zones élevées hors régions désertiques est de pouvoir disposer de

dépôts utilisables par les moyens aériens pour la lutte contre les incendies dans les zones à risque.

Le brouillard est une source naturelle d'eau, au faible coût et durable du point de vue environnemental, qui peut être recueillie pour produire de l'eau potable et pour faire pousser de nouvelles forêts. Le captage artificiel prend un intérêt tout particulier dans les régions désertiques où les brouillards sont fréquents et intenses.

4. COUVERTURE VÉGÉTALE ET EAU

Les types de végétation sont caractérisés par les formes de vie dominantes, qui dépendent des types de climat et qui sont modifiées par les traitements auxquels on les soumet. A chaque unité climatique correspond un type préférentiel de végétation. Sauf en haute montagne, en zone de roches compactes et en zones arides voire désertiques, le mieux est la forêt plus ou moins dense.

Parmi les fonctions de la végétation qui affectent les disponibilités en eau, on relève les suivantes :

► Modification de l'albédo ou taux d'énergie incidente qui est réflétiée. L'albédo est maximal dans le désert et minimal dans la forêt dense.

► Régulation du ruissellement de surface, conditionnée par le relief, mais croissant avec la taille, la densité et la rigidité de la végétation. Le début du ruissellement est retardé jusqu'à ce que la couverture morte, le sol et la terre soient trempés. Les troncs, les souches et les petites tiges qui émergent du sol constituent un obstacle au ruissellement de l'eau à la surface, augmentant le retard de l'écoulement. Avec tout cela on retarde le début de la concentration du ruissellement dans des canaux primaires de drainage, et ainsi de suite successivement dans les autres canaux. On réduit la pointe du ruissellement (débit maximum) et on allonge le temps d'écoulement. On constate une réduction des dommages provoqués par les

crues et les inondations, une augmentation de la recharge des aquifères dans l'ensemble du bassin et une augmentation de la rétention d'eau dans la couverture morte, le sol et la terre. Le progrès de la régulation des ruissellements a pour conséquence la régularisation du cours fluvial, avec une stabilisation générale du parcours et du débit: fixation des plantes du cours, sections transversales qui se rétrécissent et s'ajustent, rives qui se renforcent.

► La couverture végétale est un égout pour le carbone, un régulateur du climat et un réducteur de ses changements.

► L'injection d'eau dans l'atmosphère par photosynthèse et transpiration signifie une dépense consommatoire de l'eau, mais peut contribuer d'une certaine façon à l'augmentation des précipitations, cas étudié par le CEAM (voir paragraphe 8).

► Le sol mûr constitue une banque hydrique édaphique, régulatrice de la consommation d'eau.

► La réduction de l'érosion avec la densification des couvertures a des influences bénéfiques sur la qualité de l'eau et sur le fonctionnement durable des systèmes de régulation et de transfert.

► Rétention de la poussière atmosphérique, avec un apport de nutriments au sol et une aide à la végétation. Il en résulte que "la forêt dense produit des ruissellements d'eau plus pure que l'eau de pluie".

► Pertes d'eau par sublimation des neiges, considérablement réduite dans le cas d'un boisement dense, en dessous de la timber line, question habituellement non prise en compte dans la planification des ressources en eau.

Les incendies de forêts engendrent une perte temporaire de la couverture végétale, ce qui fait que pendant plusieurs années se dégradent la régulation des courants et la qualité de leur eau, qui transporte une bonne partie des cendres. La régénération massive, en grande partie de la végétation méditerranéenne, favorise la répétition de l'incendie. Le déclin du profit qu'on en retirait pour le petit bois et pour le bétail accroît le danger d'incendies dans nos forêts. Des espèces du cycle du feu, qui représentent un grand danger lorsqu'elles abondent et deviennent épaisses dans les sous-couches des zones boisées, sont la bruyère, les touffes de genêts dont les genêts épineux,

la ciste commune et la ciste de Montpellier, palènes et labiées hautes comme le romarin. La suspension généralisée du profit énergétique du petit bois (autrefois d'une extrême importance dans les cuisines et pour le chauffage domestique, la panification, les tuileries, la céramique, la ferronnerie et autres industries) a eu pour conséquence la progression et la densification des sous-bois et des divers terrains broussailleux très étendus qui peuplent nos bois. Entre autres conséquences dérivées, l'augmentation du danger d'incendie est notable.

Le développement de la couverture végétale améliore la capacité de capturer des ressources (énergie solaire, eau, aérosols) et son recyclage in situ, en régulant les flux en aval des versants.

5. LE RÔLE DES FORÊTS DANS LE CYCLE HYDRIQUE

La phase du cycle hydrologique qui a lieu sur un versant constitue l'un des scénarios clés pour expliquer une grande partie des influences qu'ont les activités humaines sur le milieu physique. La complexité du processus est notable. Cela nous conduit à la nécessité de mener une réflexion rigoureuse basée sur l'identification de quelle ressource et de quelle partie du processus nous analysons dans chaque cas. Ajoutons que lorsqu'on parle des influences des forêts sur l'eau en tant que ressource, il est essentiel de clarifier lequel des trois attributs fondamentaux de l'eau (quantité, qualité et régime) est en question. D'autre part, le temps de permanence de l'eau dans le bassin constitue une autre clé pour l'analyse : alors que le flux d'orage peut abandonner le bassin en quelques minutes, le flux de base peut rester pendant des années dans le sol ou le substrat.

La Figure 4 montre les composantes principales du cycle de l'eau dans la forêt et les facteurs qui contrôlent les dits flux. La couverture végétale intercepte directement l'eau de pluie et de brouillard

(interception), qui s'évapore postérieurement ou arrive au sol à travers les ramages et le ruissellement cortical. L'interception est liée à la surface foliaire (LAI), et varie selon l'intensité et la fréquence des précipitations. L'eau qui atteint la surface du sol peut s'infiltrer ou engendrer un ruissellement. Une propriété cruciale dans cette phase est la capacité d'infiltration qui dépend de la texture et de la structure du sol. Le ruissellement peut provoquer des inondations et une érosion du sol, en particulier dans le cas de pluies intenses. Le risque d'érosion est lié à des propriétés du sol (texture, contenu en matière organique, structure) qui s'expriment dans les modèles prédictifs par le terme "érosionabilité" du sol (k). Les horizons organiques augmentent l'infiltration et protègent le sol des processus érosifs ; de plus, les

feuilles mortes réduisent l'évaporation directe du sol. Les bois continus protègent très efficacement le sol face à l'érosion, et en même temps régulent les crues, ce qui fait que le risque d'inondations catastrophiques est moindre.

L'eau contenue dans le sol peut être absorbée par les racines ou drainée vers l'aquifère. La perméabilité du sol affecte l'infiltration profonde. L'eau infiltrée, et la fraction qui en est ensuite drainée vers les aquifères de la zone saturée, constitue dans la majorité des cas la source qui alimente le flux de base des rivières, c'est à dire qu'elle permet aux rivières de couler en l'absence de précipitations, y compris en périodes d'étiage. L'eau absorbée par les racines se perd par transpiration au travers du continuum sol-plante-atmosphère. Le déficit en

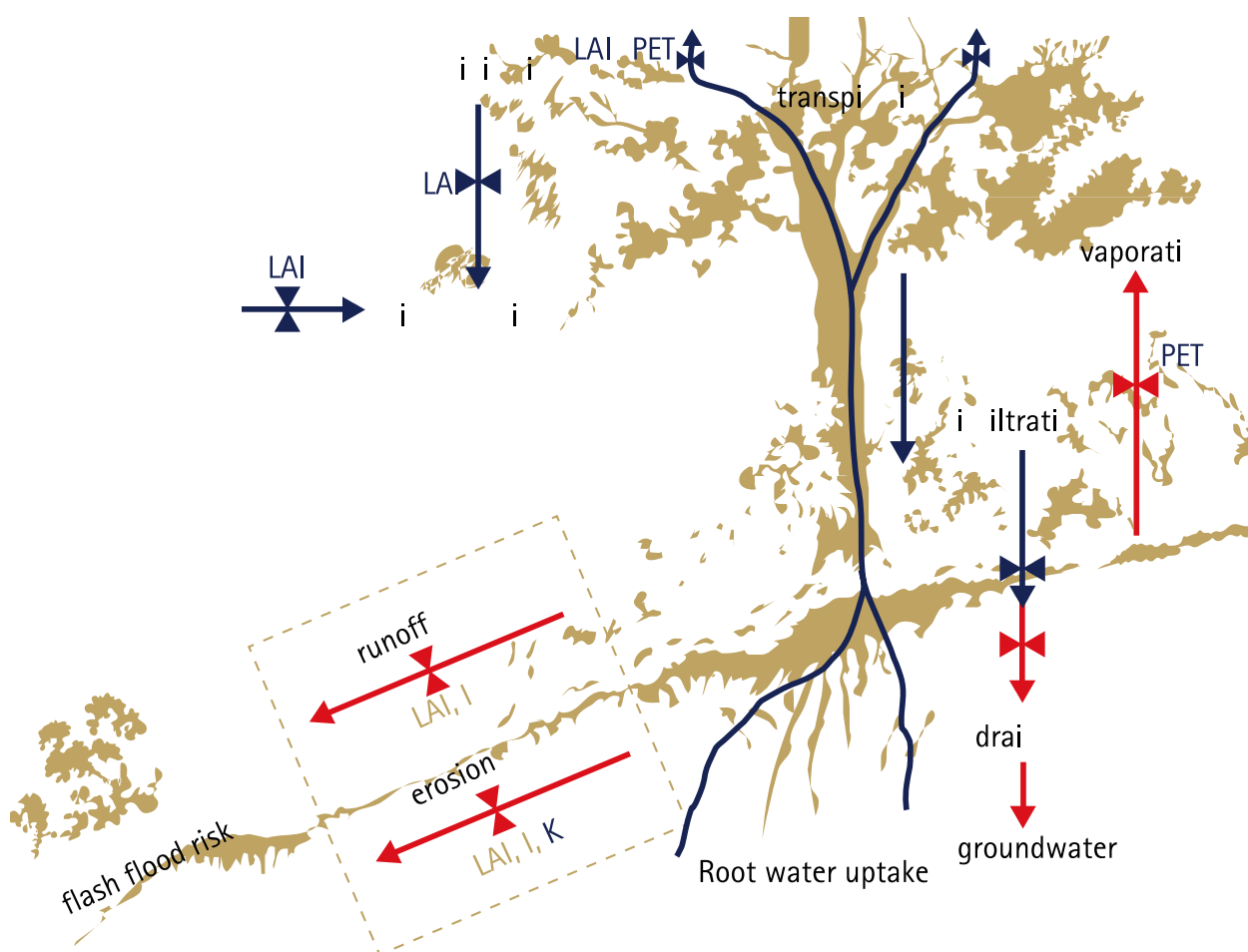


Figure 4. Cycle hydrique en forêt. Les facteurs régulateurs les plus importants du flux d'eau sont : LAI (surface foliaire), ETP (évapotranspiration potentielle), I (capacité d'infiltration du sol), Kh (conductivité hydraulique du sol), k (érosionabilité du sol). Les horizons organiques, caractéristiques des forêts bien conservées, conservent également la capacité d'infiltration de l'eau, réduisent l'évaporation du sol, le ruissellement et l'érosion. Les facteurs dessinés en bleu augmentent les flux et ceux en rouge les diminuent. De V.R. Vallejo.

eau de l'atmosphère est le mécanisme qui déplace le flux de transpiration, c'est à dire la différence de concentration de vapeur d'eau entre l'atmosphère libre et la feuille. Cette capacité d'évaporation de l'atmosphère est évaluée en général par l'intermédiaire du concept d'évapotranspiration potentielle (ETP).

Le déboisement a été accusé de tout à propos de l'eau, des inondations à l'aridité (Dudley & Stolton, 2005). En général, le rapport entre la forêt et la qualité de l'eau est clair, c'est à dire que les bassins forestiers produisent une eau de meilleure qualité que ceux qui sont occupés par d'autres usages possibles. Le rapport entre la forêt et la quantité d'eau dépend des conditions bioclimatiques (Piñol *et al.*, 1991, Fig. 5). Dans les régions de climat aride, c'est à dire avec une ETP élevée et de faibles précipitations, comme c'est le cas pour le climat méditerranéen, les années humides augmentent l'évapotranspiration de la forêt, et le flux de ruissellement dans le torrent est toujours faible et fondamentalement conditionné par les pluies intenses. Au contraire, dans les régions de

climat tempéré, c'est à dire avec une faible ETP, le flux de ruissellement est bien plus important et les années humides produisent un flux encore plus grand, alors que l'évapotranspiration reste à peu près constante.

Dès 1965, à partir de la révision de 157 études de bassins affermés et de petites parcelles dans nombre de parties du monde, Shachori & Michaeli indiquaient que le flux de ruissellement était plus faible dans les forêts et les zones broussailleuses que dans les pâturages ou les surfaces nues. En 1969, Molchanov mentionnait la plus grande transpiration des forêts par rapport aux prés dans la transition bois-steppe du sud de l'ancienne Union Soviétique (Molchanov, 1971). Bosch & Hewlett (1982), à partir des résultats de 55 expériences dans des bassins du monde entier, ont montré que les augmentations du flux de ruissellement étaient liées au pourcentage de diminution de la couverture végétale : les forêts de conifères produisaient la plus forte augmentation du ruissellement avec la diminution de la couverture, suivies des feuillus ou bois touffus, et finalement

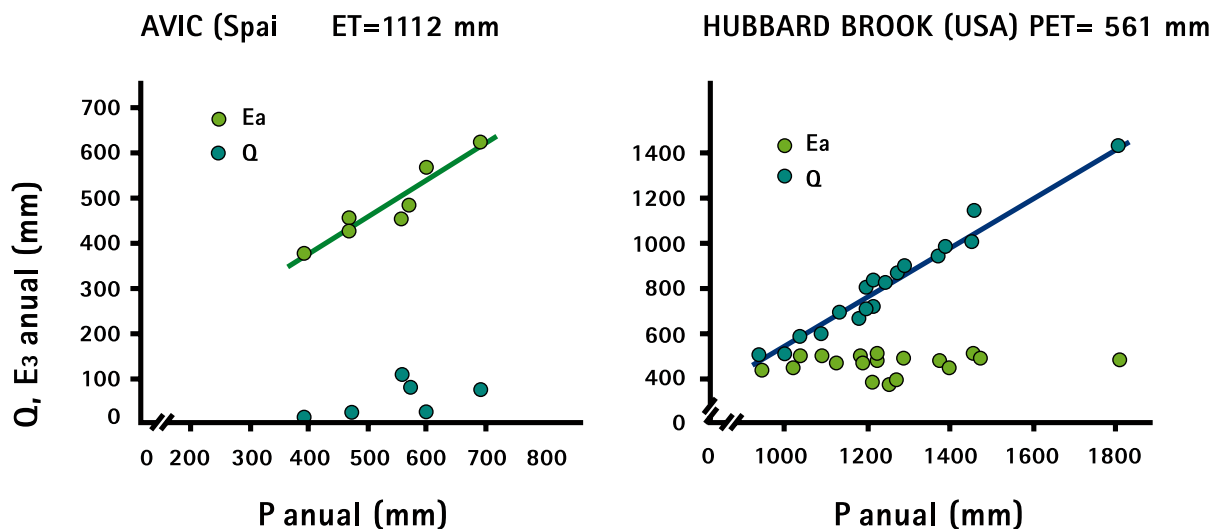


Figure 5. Comparaison entre les propriétés hydrologiques de bassins au fil de plusieurs années de suivi. A gauche : le bassin affermé de l'Avic (Forêt de Poblet, Tarragone, Espagne), de climat méditerranéen, montre une augmentation de l'évapotranspiration (Ea) au fur et à mesure qu'augmentent les précipitations annuelles, sans réponse claire du flux de ruissellement (Q). A droite : le bassin forestier de Hubbard Brook (New Hampshire, USA), climat tempéré, montre une augmentation du flux de ruissellement qui suit l'augmentation des précipitations annuelles, sans réponse appréciable de l'évapotranspiration. Extrait de Piñol *et al.*, 1991.

les terrains broussailleux. Comme le dit Calder (2000), que ce soit dans des zones très humides ou très sèches, l'évaporation est probablement plus importante dans les forêts qu'avec d'autres types de végétation, les bassins forestiers ayant un débit de ruissellement inférieur si on les compare avec d'autres usages des sols. De la même manière, l'élimination temporaire ou permanente de la couverture forestière, par exemple à cause d'un incendie, entraîne une augmentation du débit dans le bassin, mais aussi une augmentation des nitrates (contaminants), dans le cas particulier du feu, et du risque d'inondations. On s'accorde en général sur le fait que les forêts non perturbées sont la meilleure couverture pour réguler le flux d'eau dans les bassins hydrographiques et minimiser le risque de crues, c'est à dire leur fréquence et/ou leur impact destructeur.

Les expériences menées dans les Bassins Expérimentaux de Vallcebre (Llorens, 2005), situés dans les Pré-Pyrénées catalanes, par le biais d'un suivi des changements du débit à la sortie des parcelles pendant 10 ans et l'application d'un modèle hydrologique, ont fait ressortir que, si dans un petit bassin du complexe on procédait à une déforestation totale -eu égard à la couverture actuelle (70% de prés et 30% de pinèdes)-, les débits diminueraient de 18%.

En résumé, conformément aux évidences expérimentales généralisées, nous pouvons conclure que la réduction de la couverture arborée pourrait être la solution aux problèmes de pénurie d'eau qui peuvent nous menacer. Porter cette conclusion jusqu'au point limite d'éliminer complètement les forêts pour obtenir de plus grands débits de drainage serait une sorte de réduction absurde. Les bassins forestiers et les forêts qu'elles abritent remplissent de multiples fonctions, et non pas une seule et unique, et c'est précisément dans l'harmonisation de cette multifonctionnalité avec les demandes de la société, en sauvegardant la persistance et même l'amélioration des écosystèmes et des valeurs qu'ils possèdent, que se situe l'objectif de la gestion forestière. Il nous faudra donc trouver dans chaque cas la solution adaptée

aux nécessités établies par la société, en sauvegardant les options futures, c'est à dire la réversibilité. Cette solution doit satisfaire, en plus de la conservation des valeurs naturelles, les multiples usages ou demandes, d'ordre récréatif, culturel, protecteur, scientifique, paysager, productif, écologique, hydrologique, cynégétique et économique, entre autres.

La diminution de la densité de la couverture arborée conduit à une augmentation de la quantité d'eau évacuée par le bassin dans des proportions significatives.

Par contraste avec l'évidence disponible que les forêts sont des grandes consommatrices d'eau, il y a des évidences quant au fait que les forêts brumeuses présentent une haute capacité d'interception de l'eau de brouillard, y compris supérieure aux pertes par transpiration (Langford, 1976 ; Holmes & Wronski, 1982 ; Bruijnzeel, 1990).

L'influence des forêts sur le régime des eaux est une autre question centrale de l'hydrologie forestière. Du point de vue des ressources hydriques, l'intérêt se centre particulièrement sur le débit de base en connexion avec les besoins d'approvisionnement en eau et les volumes de retenues qu'ils peuvent impliquer. Les flux d'étiage, les débits de base sont ce qui détermine la capacité d'approvisionnement d'une rivière et non pas ses débits maximums, ni même les moyens. Nous pouvons donc signaler le fait que face à la question de l'approvisionnement en eau nous aurions deux options : augmenter le volume de retenue (avec la complexité que cela suppose) ou bien augmenter les valeurs du flux de base. La question est : quel rôle peuvent jouer les forêts et leur gestion dans la possible augmentation des flux de base ? Si les débits de base diminuaient, à cause d'une petite infiltration et percolation, ou par une diminution prolongée du niveau piézométrique pour quelque autre raison que ce soit (excès d'extraction d'eau),

nous réduirions la régulation naturelle qui entraînerait la nécessité éventuelle d'être compensée par une régulation artificielle (barrage). A la différence du cas de l'influence des forêts sur la quantité d'eau évacuée par un bassin, nous ne disposons pas ici d'évidences expérimentales. Néanmoins, ces évidences ouvrent la perspective de concevoir une gestion forestière orientée vers l'optimisation des débits de base.

L'incidence des forêts, par leur conservation et leur gestion, sur la qualité de l'eau et les écosystèmes fluviaux est manifeste et il n'est pas besoin de s'arrêter à justifier une chose admise par tout le monde. L'incidence des forêts sur l'érosion et la sédimentation, la température de l'eau, les nutriments dissous, l'échange d'oxygène et éventuellement sur les substances chimiques utilisées en sylviculture est déterminante. Dans les bassins forestiers les objectifs de qualité de l'eau devraient généralement dépasser en importance ceux qui ont trait à la quantité d'eau.

Les rives ont une grande importance en tant que filtre protecteur de l'eau qui coule entre elles, en plus de leurs valeurs spécifiques du fait qu'elles hébergent des écosystèmes de grande valeur intrinsèque et parce qu'elles servent de couloirs biologiques. L'établissement de bandes de protection suffisamment larges sur les rives devrait être une pratique généralisée. Toute stratégie éventuelle pour augmenter la production d'eau dans les bassins forestiers devra inscrire comme conditions préalables la maintenance de la qualité de l'eau et la protection du sol face à l'érosion.

Le Service Forestier des Etats-Unis propose des orientations pour l'incorporation d'objectifs hydrologiques dans la gestion forestière (Tewry et Hornbeck, 2001). Parmi ces objectifs hydrologiques figurent ceux qui sont relatifs au maintien de la qualité de l'eau et en particulier ceux-ci : l'amélioration ou l'habilitation d'habitats piscicoles et la protection intensive des rives. Parmi les possibles objectifs relatifs à la quantité d'eau sont indiqués l'accroissement de la production d'eau, le maintien ou l'accroissement des flux minimaux, la limitation des pics de crue et la récupération

de la fonction hydrologique dans les zones préalablement altérées. Pour chacun de ces objectifs spécifiques à atteindre, cela donne au gestionnaire forestier un certain nombre d'orientations. Par exemple, en rapport avec l'augmentation de la production d'eau il est signalé que l'unité minimum de gestion sera de 20 ha et que tous les peuplements qu'elle englobera et qui seront identifiés comme adjacents à l'eau, terrains humides ou bandes de protection des rives, devront respecter les conditions suivantes : (1) les espèces à feuilles persistantes ne doivent pas dépasser 30% de la surface basimétrique ; (2) la fraction de capacité couverte ne doit pas excéder 70% ; (3) si le peuplement est en régénération, la densité relative d'arbres mères ne doit pas dépasser 30% et les scions ne doivent pas occuper plus de 30% du terrain. Ces recommandations peuvent impliquer les traitements suivants : (1) réduire l'existence des peuplements en dessous de 70% de la fraction de capacité couverte ; (2) employer des rotations courtes ; (3) promouvoir la végétation touffue et (4) favoriser la régénération des scions.

La contribution des forêts à la production d'eau régulée et de qualité est un des principaux bénéfices des écosystèmes forestiers et l'un des objectifs fondamentaux de leur gestion.
many objectives in their management.

6. LA FORÊT MÉDITERRANÉENNE

La majeure partie des caractéristiques distinctives de la végétation méditerranéenne est dérivée des conditions de croissance limitées par l'eau. A l'échelle régionale, la relation précipitations/évapotranspiration potentielle offre des valeurs faibles pour les écosystèmes méditerranéens, souvent en dessous de l'unité, et cela constitue une des différences les plus importantes par rapport aux écosystèmes tempérés. Les valeurs d'évapotranspiration réelle/ évapotranspiration potentielle obtenues dans différents bassins hydrographiques expéri-

Table 2. Coût de formation et de maintenance de la biomasse foliaire, tissus non photosynthétiques et racines fines (gC/an) dans la forêt de chênes à feuilles pérennes de Prades (Tarragone, Espagne). La colonne à l'extrême droite et la rangée inférieure représentent la transpiration requise pour compenser le coût de chaque composante de l'arbre. Les précipitations requises ont été estimées en assumant le facteur empirique selon lequel la transpiration consomme 80% des précipitations dans cette forêt. Gracia et al, 2002.

	FORMATION	MAINTENANCE	TOTAL	EAU
	gC /m ² /année			mm
<i>Biomasse des feuilles</i>	189	844	1033	281
<i>Tissus non photosynt.</i>	146	204	350	95
<i>Racines fines</i>	184	95	179	76
<i>Total</i>	519	1143	1662	
<i>Transpiration (mm/an)</i>	141	311		452
<i>Précipitations (mm/an)</i>	178	392		570

mentaux mettent en relief le fait que les écosystèmes méditerranéens n'atteignent jamais les valeurs potentielles. La conséquence en est que les arbres sont fortement limités par l'eau, de manière que l'on a démontré expérimentalement que la réduction de la densité des arbres implique une plus grande transpiration des arbres restants, mais qu'elle se traduit par une utilisation en eau pratiquement égale à la part de la végétation malgré la réduction de la densité de pieds. Plusieurs caractéristiques des forêts méditerranéennes, comme l'indice de surface foliaire, la structure des branchages et la productivité, dépendent fortement de la disponibilité en eau, indépendamment de la densité de pieds de la forêt.

L'efficacité dans l'usage de l'eau des forêts méditerranéennes est de l'ordre de 5 mmol C/mol H₂O ou, en d'autres termes, les plantes doivent transpirer 1000 g d'eau pour fixer entre 2 et 3 g C, c'est à dire entre 300 et 500 fois le poids du carbone. Le coût de la fixation de C en termes d'eau est très élevé. La question cruciale sur ce point est : combien coûte-t-il de maintenir la structure forestière ? La question est intéressante parce que la réponse nous donnera une idée du point jusqu'où la disponibilité en eau peut être limitative pour la survie des forêts méditerranéennes, autant dans l'actualité que dans les conditions futures.

Dans la forêt expérimentale de chênes verts de Prades (Tarragone, Espagne), l'efficacité moyenne dans l'usage de l'eau est de 3,68 mmol C/mol eau, ou bien, en d'autres termes, les arbres transpirent 150 kg d'eau pour produire 1 kg de matière organique. Le coût de maintenance des feuilles, des tissus lignifiés et des racines fines dans ce bois est de 844, 204 et 95 gC·m⁻² terrain·an⁻¹ respectivement. Cela signifie que pour compenser le coût respiratoire des feuilles, les arbres investissent 844 gC·m⁻² de terrain·an⁻¹. De manière analogue, la forêt investit annuellement 189, 146 y 184 gC·m⁻² terrain·an⁻¹ dans la formation de nouveaux tissus.

La photosynthèse nécessaire pour compenser ce coût de carbone requiert une transpiration de 452 mm d'eau par an ou, si l'on considère que la transpiration représente 80% des précipitations, il faut 670 mm de pluie annuelle pour soutenir la photosynthèse nécessaire pour compenser le coût respiratoire de la forêt. Par conséquent, avec moins de 570 mm de pluie annuelle, la forêt réduit la formation de nouveaux tissus et en dessous de 392 mm elle ne peut maintenir la biomasse actuelle. A partir de ces données, le conflit entre eau et carbone s'avère évident, de même que le haut coût de l'absorption de carbone en termes d'eau.

Dans la perspective de la gestion hydrique il est clair que la plupart des procédés techniques qu'on peut adopter ne vont pas affecter le bilan transpiratoire. Etant donné la forte limitation hydrique des forêts méditerranéennes, une réduction, par exemple, de la densité d'arbres a un effet sur le bilan hydrique des arbres restants qui peut augmenter la quantité d'eau transpirée par chaque arbre ou par unité de surface foliaire, mais n'a aucun effet sur le bilan global de l'eau du peuplement, tel qu'on l'a vérifié expérimentalement.

Dans les écosystèmes méditerranéens, on s'attend à ce qu'une augmentation de la température de l'air associée à des changements dans la répartition des précipitations entraîne une plus grande évapotranspiration, et une plus grande sécheresse estivale (IPCC, 2007). Dans le présent, l'eau est déjà un facteur limitatif pour la croissance des écosystèmes méditerranéens, c'est pourquoi une augmentation de l'intensité de la sécheresse peut avoir un grand impact sur les taux de croissance des forêts actuelles et futures. Parmi toutes les régions bioclimatiques, la région méditerranéenne est la plus vulnérable au changement global.

7. ALTERNATIVES DE GESTION FORESTIÈRE

La nécessité de sauvegarder la qualité de l'eau et la protection du sol, de même que la persistance

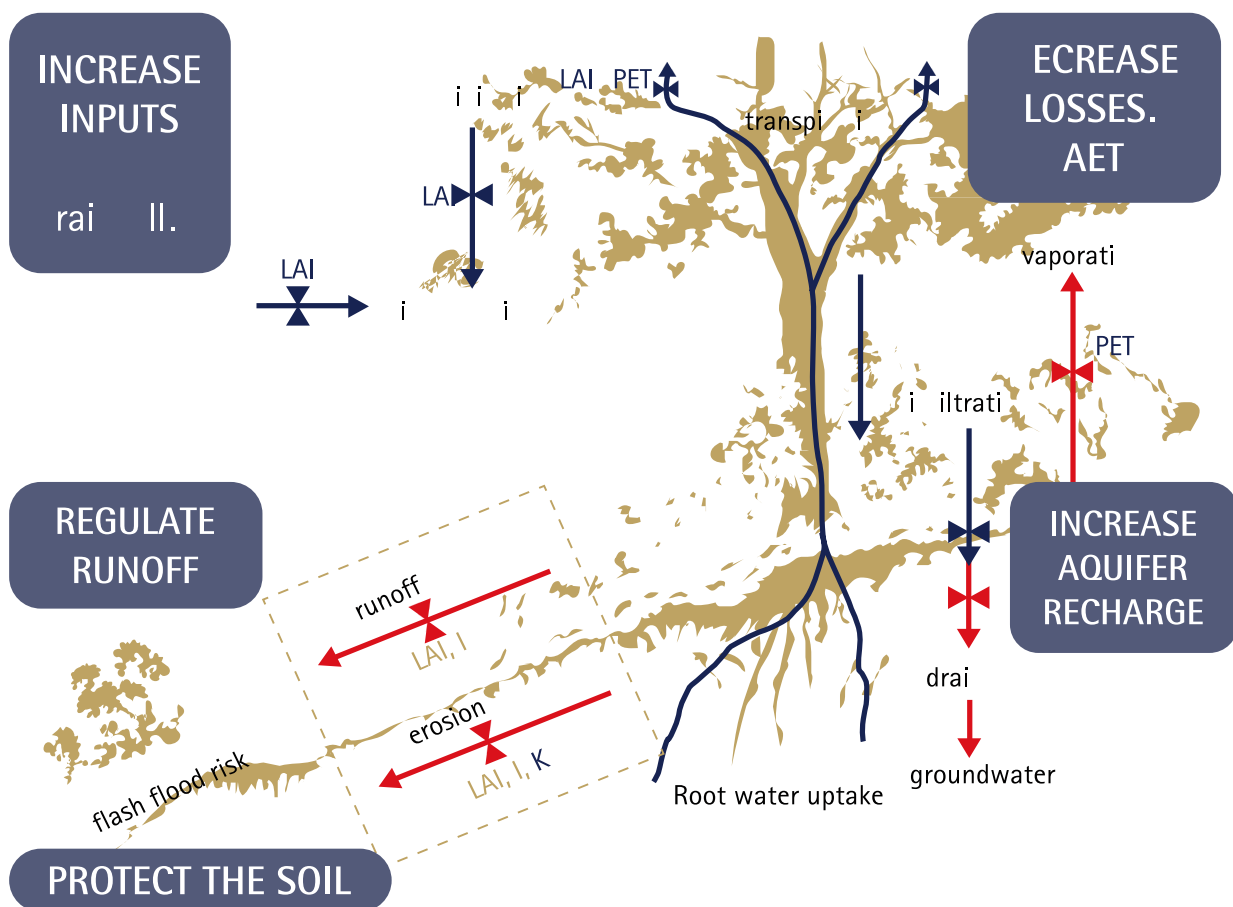


Figura 6. Alternatives pour augmenter la capture d'eau ou sa conservation, et limitations associées à prendre en compte AET : Evapotranspiration Réelle. De V.R Vallejo.

de l'écosystème forestier, constituent les conditions préalables fondamentales à toute action orientée vers l'augmentation de la production d'eau.

La Figure 6 montre les principales alternatives pour augmenter la capture et/ou la conservation de l'eau dans les forêts ou dans d'autres écosystèmes naturels. L'augmentation des entrées d'eau peut être favorisée dans des zones de brouillards fréquents qui augmentent la surface foliaire (LAI). Cela est possible dans des zones en friche par le biais du boisement. Dans certaines situations mésométéorologiques spécifiques, où la circulation locale est importante, la vapeur d'eau produite par la transpiration peut catalyser la formation de nuages et, éventuellement, de précipitations, et par conséquent la forêt ferait augmenter localement les pluies. Comme les forêts sont des grandes consommatrices d'eau, la réduction de la couverture forestière augmenterait le flux de ruissellement et/ou la recharge de l'aquifère. Pourtant, cette possibilité doit être pondérée face aux risques associés à la perte de couverture forestière, c'est à dire les inondations et l'érosion du sol.

LA FORÊT ATTIRE-T-ELLE LA PLUIE ?

8. L'INTERACTION ENTRE LES USAGES DU SOL ET LE CLIMAT. DEUX EXEMPLES PARADIGMATIQUES : LE BASSIN AMAZONIEN ET LE BASSIN MÉDITERRANÉEN

La diminution de la couverture végétale en régime de haute recirculation globale de l'eau engendre une diminution de l'évapotranspiration qui peut causer une diminution des pluies.

Région amazonienne

Le bassin amazonien est une méga-région d'environ 7 millions de km², couverte en grande partie par une forêt pluvieuse tropicale dense et traversée par des milliers de ruisseaux et de rivières qui constituent en longueur le plus grand bassin hydrographique du monde, qui déverse dans l'Océan Atlantique 210.000 m³ s⁻¹ ou 2,9 mm jour⁻¹, qui représentent 18 % de toute l'eau douce du globe (Marengo, 2006). L'évapotranspiration moyenne dans le bassin amazonien est de l'ordre de 3,5 -4,0 mm jour⁻¹, alors que les précipitations journalières varient entre 5,5 et 7,9 mm jour⁻¹. Les précipitations moyennes annuelles sont d'environ 2300 mm, mais diverses sous-régions à l'intérieur du bassin présentent des précipitations annuelles nettement inférieures, comme c'est le cas dans l'ouest, le nord-ouest et l'extrême nord (Marengo, 2006). La région amazonienne est située sur le tropique, où les échanges d'énergie entre la surface de la terre et l'atmosphère sont très intenses. Etant donné son extension territoriale et ses caractéristiques physiques, la région est une immense source d'évapotranspiration qui affecte énormément les régimes de pluie régionaux et extra-régionaux. Par conséquent, les changements dans les écosystèmes amazoniens peuvent avoir un impact profond sur la circulation atmosphérique, sur le transport d'humidité et donc sur le cycle hydrologique, non seulement en Amérique du Sud mais aussi dans les autres régions du monde (Almeida *et al.*, 2007).

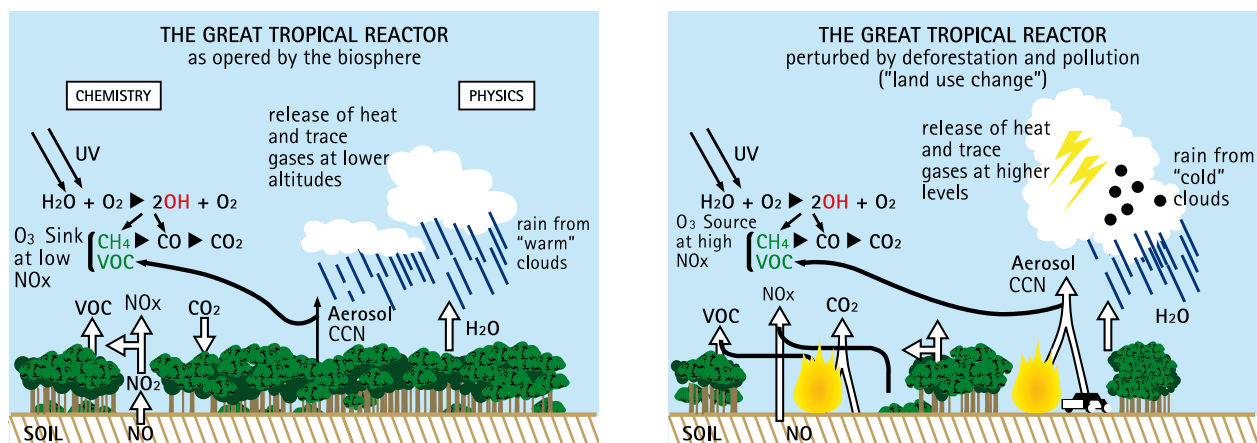
La forêt amazonienne est un mélange d'eau et de forêt qui, par son extension, joue un rôle crucial dans la régulation du cycle hydrique régional et de toute l'Amérique du Sud.

La pluie dans la région amazonienne est engendrée en partie par l'évapotranspiration locale de ses écosystèmes, ce qui représente entre 55-60% des précipitations et un recyclage annuel évapotranspiration-précipitations de la même eau

à hauteur de 20-35%. Par conséquent, des changements dans la couverture végétale à cause de la déforestation, qui causera une diminution de l'évapotranspiration, affecteront certainement le bilan hydrique de la région et des régions voisines. Un second facteur d'importance relatif au débit pour le climat régional et extra-régional, et spécialement pour le cycle hydrologique, est le rôle de la région amazonienne dans la réception et l'exportation de vapeur d'eau sur de longues distances. Le bilan hydrique annuel montre que la région amazonienne est une grande importatrice de vapeur d'eau, en particulier de l'Océan Atlantique, qui contribue aux trois quarts du total d'humidité circulant dans la région (Correia *et al.*, 2007). L'autre quart se produirait par évapotranspiration, alors que la pluie annuelle est le double de la valeur indiquée. Par conséquent, la région amazonienne exporte de l'humidité en quantité équivalente au double de la pluie totale régionale ou quatre fois son évapotranspiration. La moitié de cette humidité est transportée vers le sud de la région, pendant que l'autre moitié s'en va vers l'Océan Pacifique et les Caraïbes. La conclusion en est que la région amazonienne contrôle dans une large mesure la circulation de vapeur d'eau sur le continent sud-américain, en affectant la réparti-

tion des pluies au centre et au sud de l'Amérique du Sud (Marengo, 2006).

La région amazonienne s'est trouvée confrontée à un processus accéléré de déforestation au cours des dernières décennies. Rien qu'au Brésil, 18% de la forêt amazonienne ont été convertis en pâturages et en cultures (INPE, 2007). La déforestation pour la création de pâturages provoque une augmentation de l'albédo et une réduction de l'évapotranspiration. On n'a cependant pas pu démontrer expérimentalement un effet sur la réduction locale des précipitations. Par ailleurs, on a utilisé des modèles climatiques pour évaluer les possibles impacts de la déforestation sur le bassin amazonien. La majorité de ces études suggèrent des réductions annuelles de 5 à 20% des précipitations, de 20 à 30% de l'évapotranspiration, et des hausses de 1 à 4% de la température de l'air près de la surface (Correia, 2006). Pourtant, d'autres exercices de modélisation donnent des résultats opposés, par la génération d'une convergence d'humidité des forêts environnantes sur les surfaces déboisées les plus chaudes. Dans le but de réconcilier les résultats des différents modèles, Avissar *et al.* (2002) concluent que la déforestation jusqu'à un seuil de 20-40% de la région



Biosphere–Atmosphere interactions in the Amazon:

- (a) in pristine conditions
(b) as disturbed by deforestation and land use.

Figure 7: Principales interactions bio-sphériques impliquées dans la formation de nuages et de pluie dans la région amazonienne : (a) sur la forêt, dans les conditions originelles ; (b) sur de grandes zones perturbées par la déforestation et les changements dans l'usage du sol (Source : Andreae et al., 2004; page web de LBA).

engendrerait une augmentation des pluies ; au-delà de ce niveau il se produirait une diminution significative de la pluie.

Malgré le manque généralisé de mesures sur le terrain qui démontreraient l'effet direct de la déforestation sur les quantités ou sur la répartition des pluies, une étude de Rondonia, dans le sud-ouest de la région amazonienne, a présenté les premières évidences directes d'une diminution des précipitations après la déforestation. Par le biais de mesures continues de la formation des nuages et des précipitations à l'aide d'un radar, on a observé une diminution de 5% des précipitations de la région déboisée si l'on compare avec les forêts de basses altitudes, et de 20% lorsqu'on compare avec les forêts de plus haute altitude.

Dans les zones de forêt amazonienne bien conservées, les émissions de compost organique volatile de la part de la végétation engendrent des aérosols naturels, à basses concentrations, par le biais de réactions photochimiques qui donnent lieu à la formation de "nuages chauds", bas, qui produisent rapidement de la pluie, de manière similaire à ce qui se produit au-dessus de l'océan (Fig. 7). Pendant l'époque sèche, à cause des incendies généralisés, résultat de la gestion de la végétation et de la déforestation, la concentration de particules augmente de manière drastique, ce qui affecte le bilan des radiations, en atténuant jusqu'à 70% la radiation incidente (Eck *et al.*, 2003), sans compter l'impact sur la population locale. Dans une atmosphère contaminée, la vapeur d'eau disponible se disperse parmi une grande quantité de particules (noyaux de condensation, CCN), les gouttes d'eau grossissent lentement en produisant des nuages à haut développement vertical. Très souvent, ces nuages ne produisent aucune pluie, les gouttes s'évaporent et la vapeur d'eau est transportée vers d'autres régions avec les aérosols. Si les gouttes d'eau montent à plus de 6 ou 7 km, elles peuvent se congeler ("nuages froids") et engendrer une croissance subséquente qui peut développer des nuages de 10-15 km de hauteur, formant alors des cumulonimbus. Ces nuages substituent les super-ficiels, et seuls les profonds produisent rarement des pluies orageuses (Fig. 7; Andreae *et al.*, 2004).

Alors qu'à l'échelle de l'ensemble du bassin les effets des changements dans les usages du sol ne sont pas encore détectables dans la région amazonienne, il est en train de se produire des altérations significatives des écosystèmes fluviaux à micro- et méso-échelle. Les cours d'eau déboisés ont révélé des températures de l'eau plus élevées et des concentrations de nutriments et de carbone organique dissous, alors que l'oxygène était très faible, indiquant des changements drastiques dans le fonctionnement des écosystèmes (en créant un système anaérobie) et dans leur hydrologie. On prévoit que ces masses d'eau produiront de plus fortes émissions de CO₂ et des taux plus élevés d'évaporation.

La déforestation peut provoquer des processus de rétro-alimentation, plus d'incendies, moins de précipitations en périodes sèches, une plus grande mortalité des arbres et, donc, une plus grande susceptibilité au feu. Le résultat final peut être le recul de la forêt et/ou son remplacement par des types de végétation adaptés à des périodes sèches plus longues (Oyama & Nobre, 2004).

La déforestation à grande échelle de la forêt amazonienne peut modifier les processus de formation de nuages et des pluies, avec des effets dans les autres régions voisines et même lointaines.

Le cas du Bassin Méditerranéen

L'évapotranspiration potentielle dans les conditions méditerranéennes représente approximativement le double des précipitations.

Le climat méditerranéen a pour particularité que l'époque sèche coïncide, en été, avec le moment où le potentiel de croissance de la végétation

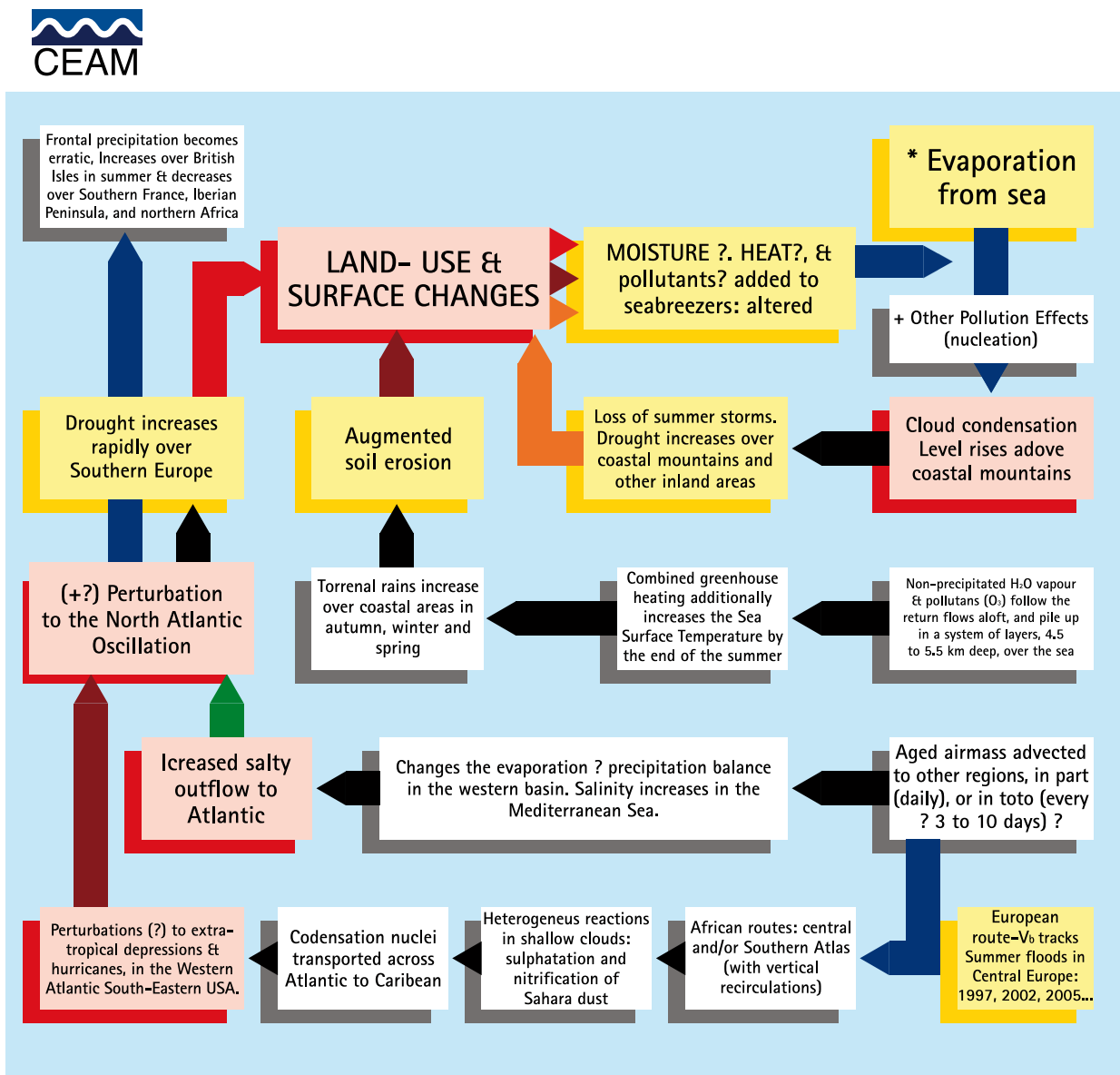


Figure 8. Boucles de rétro-alimentation entre les perturbations des changements d'usages des sols dans le bassin méditerranéen occidental et dans le système climatique aux échelles locale, régionale et globale (Ulbrich et al. 2003; Hamelin 1989; Savoie et al. 1992; 2002; Prospero and Lamb 2003, Kemp-Snellhuber 2005; Gangoiti et al. 2006). La première boucle, locale, implique les brises marines et les orages qui se développent l'après-midi sur les montagnes côtières. Elle a un cycle diurne et une échelle de l'ordre de 100-300 km pour le flux d'entrée en surface et le flux de retour en altitude, et peut se répéter de 3 à 10 jours consécutifs dans le bassin méditerranéen occidental. La boucle régionale influe sur l'évolution de la température à la surface de la mer dans le bassin occidental pendant l'été. Cette mer chaude, ou plus chaude par effet de la contamination et de la vapeur d'eau à haut effet de serre, alimente les pluies torrentielles en automne, et aussi, plus récemment, en hiver et au printemps. Finalement, la boucle atlantique-globale a deux composantes qui peuvent affecter l'Oscillation de l'Atlantique Nord (NAO) : la sortie d'eau plus saline vers l'Atlantique, et les possibles perturbations des dépressions extra-tropicales et les ouragans dans le Golfe du Mexique engendrés par des changements dans les caractéristiques de la poussière saharienne transportée à travers l'Atlantique. Les flèches bleues indiquent la route de la vapeur d'eau et les noires les processus qui en dérivent à chaque stade du parcours. Les résultats finaux sont marqués par d'autres couleurs, et les seuils critiques sont encadrés en rouge. De M. Millán.

tion serait le plus important. Toutes les régions de climat méditerranéen dans le monde partagent cette caractéristique distinctive, qui induit une pénurie d'eau pour les écosystèmes et pour la société. Cependant, les différentes régions méditerranéennes du monde, le Chili central, la Californie, l'Australie du sud-ouest, l'Afrique du Sud et le bassin méditerranéen, présentent des caractéristiques biogéographiques, climatiques et historiques propres. Le bassin méditerranéen est une grande unité géographique avec un fonctionnement climatique particulier qui a probablement des répercussions au-delà de la région même, affectant le système climatique global. Autour de la mer Méditerranée on trouve des déserts et des conditions semi-désertiques (côtes de l'Algérie, Tunisie, Liban, et Almería dans le sud-est espagnol), ainsi que des chaînes montagneuses, très proches d'une mer chaude et, par conséquent, d'une masse atmosphérique marine à haute teneur en humidité.

Le régime des pluies autour de la Méditerranée est fortement affecté par des processus locaux qui, à leur tour, peuvent se voir modifiés par les activités humaines dans la gestion du territoire, en particulier par les changements d'usages des sols et la contamination atmosphérique. Dans cette ligne, Millán *et al.* 2005 ont analysé les types de précipitations sur le versant méditerranéen espagnol et ont identifié trois groupes : (1) orages d'été engendrés par les brises marines, (2) précipitations frontales atlantiques "classiques" et (3) cyclogénèse méditerranéenne. Toutes répondent de manière différente aux indices climatiques habituels, par exemple le NAO.

Les changements territoriaux et aussi, plus récemment, les effets de la contamination de l'air, peuvent se combiner pour dépasser les niveaux de seuil critique de précipitations, c'est à dire la hauteur des niveaux de condensation des nuages eu égard à la hauteur des chaînes de montagnes côtières. Cela donne comme résultat la perte des orages d'été et une tendance du climat régional à la désertification et à la sécheresse. Les modifications et les perturbations du cycle hydrologique dans quelle que partie que ce soit du bassin pourraient se propager à tout le bassin et aux

régions adjacentes, et en dernière instance au système climatique mondial, par le biais d'autres mécanismes. Ceux-ci supposent (Fig. 8) : (1) une augmentation de la cyclogénèse méditerranéenne en automne-hiver à cause du réchauffement accumulé (effet de serre) à la surface de la mer par la vapeur d'eau et les agents contaminants (ozone) qui s'accumulent sur la mer, (2) l'envoi de vapeur accumulée vers d'autres régions au terme de chaque cycle d'accumulation-recirculation de 3-10 jours, qui peut contribuer à des inondations d'été en Europe Centrale et de l'Est, et (3) des changements dans l'équilibre évaporation-précipitations sur la Méditerranée, ce qui augmente sa salinité et active la valve de salinité Atlantique-Méditerranée.

Sous le régime des brises dans la Méditerranée, les masses d'air marin en été ont fréquemment besoin d'un supplément d'eau pour engendrer des précipitations sur les montagnes proches de la côte. Le fait que, concernant l'aspect dimensionnel, ce supplément d'eau pourrait être apporté par l'évapotranspiration de la bande côtière offre un référent pour orienter une gestion des usages du sol qui puisse avoir des implications dans le régime des pluies.

La conservation et l'augmentation de la masse forestière peut améliorer le régime des précipitations dans des zones où prédomine la circulation locale.

DÉSERTIFICATION ET RESTAURATION DES RÉGIONS ARIDES

9. LE CAS DES RÉGIONS SÈCHES: LA MENACE DE LA DÉSERTIFICATION

La désertification est la dégradation du territoire dans les régions sèches du monde (CLD, www.unccd.int). La sécheresse est une des causes de la désertification. L'autre en est la surexploitation

Table 3. Concepts liés à la pénurie d'eau (extrait de Santos Pereira, 2004).

Régime xérique	Produit naturellement	Induit par l'activité humaine
Permanente	Aridité	Désertification
Temporaire	Sécheresse	Stress hydrique

anthropique des ressources naturelles. La pénurie d'eau est la conséquence de phénomènes naturels et induits par l'activité humaine et se convertit en désertification lorsqu'elle est permanente (Tableau 3; Santos Pereira, 2004). Par rapport à l'eau, la désertification est un déséquilibre permanent dans la disponibilité en eau, qui se combine avec la dégradation du sol, un usage inapproprié du sol, l'extraction des eaux souterraines, la salinisation, l'augmentation des inondations catastrophiques, la perte des terrains humides et la réduction de la capacité de charge des écosystèmes. La dégrada-

tion du sol en climat sec réduit l'infiltration d'eau, augmente parfois la salinisation, et les deux processus supposent une réduction de la disponibilité en eau pour les plantes. En résumé, la désertification est causée par la surexploitation des terres en conditions sèches, particulièrement en climat aride, semi-aride et sec subhumide.

En plus de la désertification actuelle due à la surexploitation du territoire, l'abandon des cultures en climat semi-aride peut également provoquer une dégradation supplémentaire de la terre,

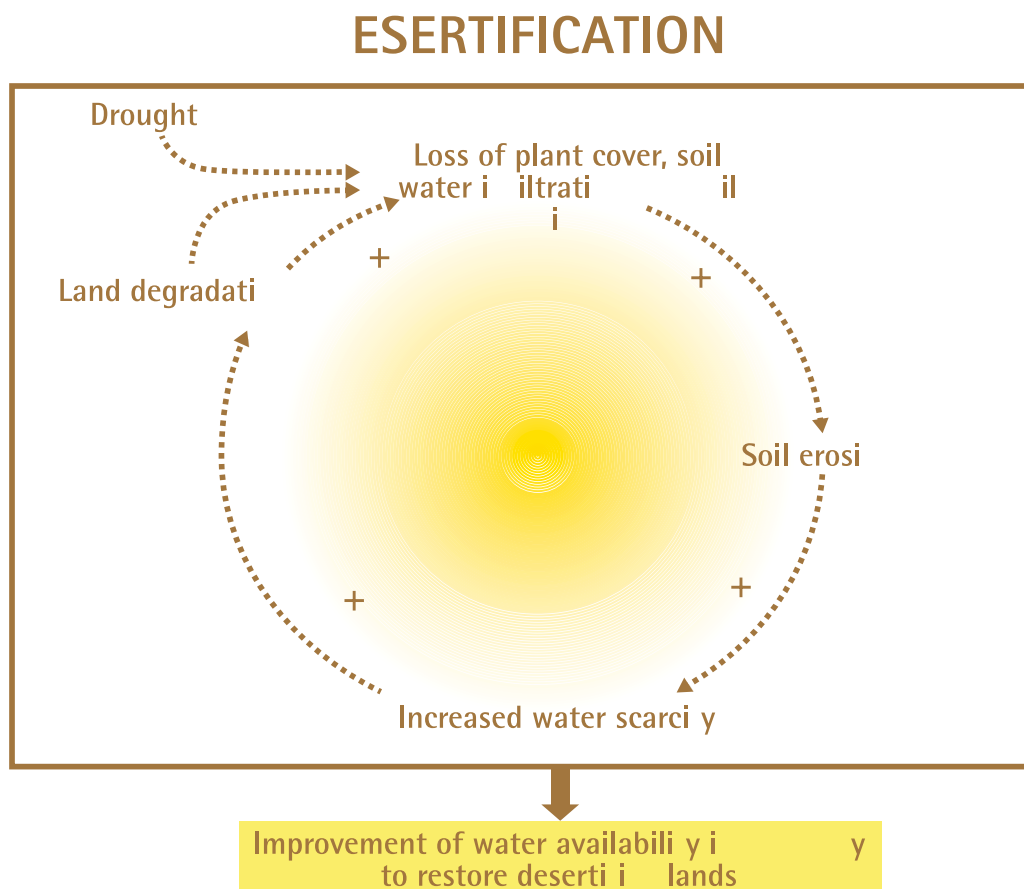


Figure 9. Cycle de rétro-alimentation de la désertification qui induit une pénurie d'eau croissante pour les écosystèmes.

avec la destruction des structures de conservation comme les terrasses. Dans le bassin méditerranéen, plus le climat est sec, plus la récupération des écosystèmes dégradés est lente. Les écosystèmes perturbés se caractérisent par la perte nette de ressources (eau, sol, nutriments), par conséquent leur restauration est conçue dans le but d'augmenter la capture de ces ressources et leur conservation in situ (Ludwig & Tongway, 1995).

Dans ces régions, la sécheresse unie à la dégradation des terres par les activités humaines en arrive à causer la perte de la couverture végétale, de la capacité d'infiltration de l'eau dans le sol et, en conséquence, de l'humidité du sol, augmente le risque d'érosion et tout cela provoque une plus grande pénurie d'eau qui, à son tour, rétro-alimente les processus de dégradation des terres. Pour rompre ces cycles de dégradation qui aggravent la disponibilité en eau, les projets de restauration forestière doivent améliorer le bilan hydrique des écosystèmes dégradés (Fig. 9). Dans les terres semi-arides, les entrées directes d'eau de pluie dans des sols superficiels, souvent avec un faible indice d'infiltration, ne permettent pas la colonisation des plantes, qu'elles soient naturelles ou artificielles. L'amélioration de l'infiltration d'eau, la capacité de rétention d'eau du sol et le captage du ruissellement sont les principales stratégies pour restaurer ces terres semi-arides dégradées, les plus menacées par la désertification. Les cultures abandonnées en terrasse se situent généralement sur les sols les plus profonds des versants, ils constituent par conséquent des points de référence pour la restauration. De plus, ces terrasses subissent un lent processus de dégradation depuis leur abandon, ce qui rend leur restauration prioritaire afin d'éviter le développement de l'érosion et du ravinement.

La restauration des terres dégradées en conditions semi-arides doit se baser sur l'introduction d'une végétation qui respecte les patrons naturels, dans le but de récupérer des processus fonctionnels préexistants à l'échelle du paysage.

La restauration des terres dégradées en conditions semi-arides doit se baser sur l'introduction d'une végétation qui respecte les patrons naturels, dans le but de récupérer des processus fonctionnels préalables à l'échelle du paysage. De tels efforts de restauration peuvent être améliorés en incorporant des connaissances sur l'hétérogénéité spatiale des ressources édaphiques et sur la végétation. Quand la couverture végétale est très faible, en dessous de 30%, les patrons spatiaux des propriétés de la surface du sol comme le compactage, les croûtes physiques et les fragments de roche sont essentiels à l'établissement des scions à cause de leur rôle déterminant dans la redistribution de l'eau à la surface du sol et la dynamique d'infiltration (Maestre *et al.* 2003). Quand la végétation n'est pas aussi dégradée, les "îles de ressources" qui se forment typiquement sous les couverts de fuite peuvent être utilisées pour augmenter les chances de succès du projet de restauration. Ces couverts fertiles sont des points de grande activité biologique, où la facilitation prédomine souvent sur les interactions de compétence entre les espèces de plantes et, comme l'ont montré des études récentes (Maestre *et al.* 2001), peut améliorer l'établissement de scions, comme dans d'autres zones dégradées de climats plus humides ou plus froids.

Les incendies de forêt sont une des perturbations les plus importantes dans les pays de l'Anejo IV (Méditerranée Nord) de la Convention de Lutte contre la Désertification (CLD) qui peut requérir des projets de restauration pour les bois dévastés par le feu.

10. BOISEMENT À MULTIPLES OBJECTIFS

La restauration forestière a été mise en oeuvre pendant plus de cent ans pour combattre la dégradation des terres. Dans les premières initiatives, le boisement avait pour objectif de préserver les bassins hydrographiques, réduire le risque d'inondations, fixer des dunes, et offrir des emplois dans le milieu rural, mais aussi tirer profit du bois et d'autres choses. Sur la base de ces

présupposés, on a boisé des millions d'hectares en Europe à partir de la fin du XIX^e siècle. Par conséquent, le boisement était une pratique commune pour réhabiliter des terres dégradées dans un climat sec bien avant d'entériner le terme "désertification" (dans les années 1970). Plus récemment, les objectifs des programmes de boisement se sont élargis pour aborder de manière explicite d'autres menaces et objectifs globaux, comme la lutte contre la désertification et le changement climatique, ou l'amélioration de la biodiversité.

Depuis les premiers travaux de restauration, plusieurs éléments ont changé de manière substantielle. La conception de la restauration forestière, généralement réduite au boisement/reboisement, avait un double objectif fondamental : préserver les ressources édaphiques et hydriques, et augmenter la couverture forestière arborée. Pour ces objectifs, la restauration était réalisée par le biais de plantations mono-spécifiques, en utilisant en général des pins (ou d'autres conifères) en raison de leur caractère frugal, de la récupération rapide de la couverture arborée, de leur gestion facile, ainsi que de la perspective d'un certain rendement économique pour la population locale. Les espèces exotiques ont parfois été utilisées, moins sur le versant méditerranéen que sur le versant atlantique de la Péninsule Ibérique. Approximativement depuis les années 1970, les changements socioéconomiques qui se sont opérés au sud de l'Europe ont modifié de manière substantielle la demande sociale vis à vis de la forêt et des monts en général. Alors que la production extractive était encore importante dans les terres de meilleure qualité, d'autres objectifs commencèrent à apparaître : 1) la lutte contre la désertification, qui incluait les actions préalables de protection hydrologique forestière des bassins, en élargissant cependant les perspectives à l'échelle de l'écosystème et du paysage ; la prévention des incendies et la restauration post-incendie apparut comme un sujet prioritaire dès le dernier quart du XX^e siècle ; 2) l'usage récréatif et culturel des forêts a dépassé l'intérêt productif dans beaucoup de régions, à partir des années 1960 ; 3) l'amélioration de la biodiversité introduit un nouveau cadre de référence pour les

projets de restauration, en particulier à partir des années 1980 ; 4) la mitigation du changement climatique est devenue un objectif important depuis les années 1990, qui peut être abordé en augmentant les surfaces forestières afin de fixer le carbone atmosphérique. Finalement, le changement dans le poids des objectifs de production directe, face à d'autres objectifs de la conservation et restauration des forêts, qui produisent des biens et des services sans valeur actuelle de marché (externalités), introduit un nouveau cadre économique de référence. Il semble clair que les stratégies et les techniques de restauration forestière doivent s'adapter à ce nouveau cadre social. La restauration écologique est un champs de connaissance émergent destiné à promouvoir la récupération d'un écosystème dégradé, abîmé ou détruit.

Comme exemple de l'évolution des stratégies, le boisement traditionnel basé sur le fait de planter une seule espèce d'arbre, dans une liste réduite d'espèces, évolue peu à peu vers un boisement pluri-spécifique, basé sur un vaste ensemble d'espèces pour s'ajuster à la grande diversité potentielle des habitats, aux états de dégradation des forêts et à la diversité des objets spécifiques de gestion. Les espèces autochtones offrent un haut potentiel pour restaurer des écosystèmes dégradés. Les espèces herbacées, arbustives et arborées autochtones doivent être utilisées selon l'état de dégradation spécifique de l'écosystème et en fonction des objectifs de gestion et de planification abordés.

Les espèces autochtones offrent un haut potentiel pour restaurer des écosystèmes dégradés, pour répondre à la grande diversité potentielle des habitats, aux états de dégradation des forêts et à la diversité des objets spécifiques de gestion.

Comme conséquence de la situation changeante, les projets de restauration forestière

récents répondent dans leur conception à une gamme variée d'objectifs, aussi bien nouveaux que traditionnels, et leur développement technique peut être également très divers, et même contradictoire d'un pays ou d'une région à l'autre. Il est clair que l'efficacité des initiatives de restauration peut être améliorée par l'évaluation et la dissémination des technologies qui ont démontré leur viabilité technique, environnementale et économique, et qui sont socialement acceptables.

Les techniques de restauration forestière incluent généralement le repeuplement. La plus grande difficulté pour restaurer des écosystèmes dégradés dans les climats secs est le stress hydrique. Par conséquent, les techniques de boisement doivent améliorer l'usage de l'eau par les plantes introduites, de même que la capture de l'eau et sa conservation dans l'écosystème restauré (Vallejo *et al.*, 1999). Cet objectif affecte toutes les étapes du processus de restauration forestière (plantation dans cet exemple) : production de scions de qualité en pépinières, préparation et réparation du sol, utilisation de tubes protecteurs, traitements de la végétation existante sur les monts, et sylviculture de post-plantation.

Les techniques de boisement doivent améliorer l'usage de l'eau de la part des plantes introduites, ainsi que la capture de l'eau et sa conservation dans l'écosystème restauré.

La mortalité des scions se produit en général au cours du premier été sur le terrain, quand les racines des scions n'ont pas suffisamment colonisé le sol, ce qui leur fait subir un grand stress hydrique. La croissance de la racine hors de la motte et la colonisation rapide et profonde du sol sont des facteurs cruciaux pour la survie du scion. La première cause de mortalité des scions est la sécheresse, aggravée par la faible capacité de ré-

tention d'eau des sols qui sont le plus souvent superficiels et pierreaux. En tenant compte de ces limitations, on a développé diverses techniques pour surmonter le stress hydrique post-plantation (Vallejo *et al.*, 2000; Vallejo *et al.*, 2006).

OPTIONS POUR OPTIMISER L'USAGE DE L'EAU DANS LES PLANTATIONS EN RÉGIONS SÈCHES

Sélection des espèces et génotypes

La sélection des espèces dans les projets de restauration doit prendre en compte leur compatibilité écologique avec l'habitat à restaurer et leur contribution aux objectifs spécifiques de la restauration (Tableau 4). Les récents programmes de restauration ont promu l'utilisation d'espèces et de génotypes locaux, dans la mesure où l'objectif est la récupération des écosystèmes autochtones (SERI, 2004). Une autre raison de privilégier l'usage d'espèces natives est leur adaptation aux conditions locales. Néanmoins, ce présupposé ne se vérifie pas nécessairement si l'on prend en compte le changement climatique (Bakkenes *et al.*, 2002). Les régions sèches ont connu des températures inhabituellement hautes et des sécheresses au cours des dernières décennies (De Luis *et al.*, 2000). Dans certaines zones, ces conditions ont été trop extrêmes pour certaines espèces, provoquant des mortalités massives (Peñuelas *et al.*, 2001). Les événements climatiques extrêmes n'affectent pas toutes les espèces dans toutes les zones de manière homogène. Les espèces qui sont proches de leur limite climatique doivent être plus vulnérables. Certaines espèces de buissons sclérophylles originaires des forêts de lauriers de la période du tertiaire, qui se sont adaptées à des climats secs, peuvent être particulièrement sensibles aux changements de volume des précipitations et de leur répartition (Valladares *et al.*, 2004). C'est pourquoi il est nécessaire d'examiner si la flore actuelle peut être capable de s'adapter aux scénarios climatiques futurs et, en particulier, de déterminer si les fonctions vitales des écosystèmes vont résister.

Table 4. *Caractéristiques morpho-fonctionnelles des plantes qui contribuent à des objectifs spécifiques de restauration. Les points 1 à 4 sont directement liés à la production et à la qualité de l'eau. Version modifiée de Cortina et al. (2006).*

OBJECTIF DE RESTAURATION	CARACTÉRISTIQUES DE LA PLANTE
1. Contrôle hydrologique	Haute couverture, efficacité dans l'usage de l'eau, haute infiltration
2. Protection du sol	Fort taux de croissance, croissance horizontale, capacité reproductive précoce et élevée, reproduction végétative
3. Diversité génétique, plasticité phénotypique, éviter la dépression endogamique	Diversité des génotypes, provenances
4. Résistance au stress actuel et futur	Plasticité phénotypique, caractéristiques morpho-fonctionnelles associées à la résistance et à la résilience face à la sécheresse, aux gelées, à la contamination
5. Résistance et résilience de l'écosystème face aux perturbations	Capacité de repousse, contenu relatif en eau élevé, sérotonine, banques de graines persistantes, défenses face aux épidémies et maladies
6. Entretenir les populations d'herbivores	Haute "palatabilité", tolérance au broutage
8. Entretenir les populations d'animaux fructivores et granivores	Production prolongée de grandes quantités de graines et de fruits
9. Améliorer la fertilité du sol	Haute productivité, fixation de nitrogène, systèmes de racines fibreuses, systèmes de racines profondes
10. Ingénierie de l'écosystème, construction de la niche	Caractéristiques associées aux changements dans le flux d'eau, radiation et nutriments, complexité structurelle
11. Production de biens forestiers	Taux élevé de croissance, troncs droits, bois de qualité, production de résine, térébenthine, espèces et variétés mellifères, espèces truffières et associées à d'autres champignons comestibles
12. Esthétique	Taux élevé/faible de croissance, forme, changements chromatiques, production de fleurs et de fruits

Les espèces exotiques peuvent jouer un rôle dans la restauration écologique dans la mesure où elles respecteront certaines conditions requises, notamment un faible risque de naturalisation (Ewel and Putz, 2004). Elles ont été utilisées de manière extensive dans des régions sèches quand

la priorité était accordée à la production de fourrage, petit bois et autres produits forestiers (Duman-cik and Le Houérou, 1980; Forti *et al.*, 2006).

Les génotypes peuvent différer quant à leur capacité à supporter la sécheresse. Par exemple,

des études sur le chêne-liège (*Quercus suber*), réalisées à l'Université d'Alicante (T. Bitinas, données non publiées) ont montré que l'efficacité dans l'usage de l'eau (WUE, la capacité à fixer C par unité d'eau transpirée) pour des scions bien arrosés variait entre 1,1 et 8,5 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol H}_2\text{O}^{-1}$. Si ces différences se maintenaient, les scions de la famille hautement efficace transpireraient en moyenne 7,7 fois moins d'eau pour produire la même quantité de matière organique que les scions les moins efficaces. Ces scions répondirent de manière diverse à la sécheresse, certaines familles augmentèrent la WUE et d'autres la diminuèrent.

La variabilité génotypique offre des possibilités d'adaptation dans la sélection des plantes pour une restauration dans la perspective du changement climatique.

Pratiques en pépinières

L'établissement des plantes et leur développement à long terme, et aussi, par conséquent, leur capacité à supporter la sécheresse en région sèche, dépend beaucoup de la qualité des scions (Cortina *et al.*, 2006). En ce sens, des normes ont été récemment adoptées par les administrations publiques concernant la qualité des scions d'espèces ligneuses (CE Directive 2006/21/CE, Gouvernement espagnol RD 289/2003, Communauté Autonome Valencienne Ordre 19/02/1997). Ces normes assurent des niveaux minimum de qualité des plantes. Néanmoins, dans les conditions définies par la législation et les pratiques communes, il n'apparaît pas clairement que les aspects morphofonctionnels soient associés à un meilleur résultat dans les plantations. Une récente révision pour des espèces méditerranéennes a montré qu'il est difficile de généraliser sur la qualité d'un scion ou sur sa taille, la répartition de la biomasse dans les racines ou le contenu en nutriments (Navarro *et*

al., 2006). Ces résultats ne sont pas surprenants quand on sait que la qualité du scion doit dépendre de la stratégie de l'espèce et des conditions de la saison. Pourtant, il y a un certain consensus sur la nécessité de produire des plantes à haute teneur en carbone, des nutriments et des réserves d'eau, ainsi qu'un mécanisme photosynthétique complètement opérationnel, qui permettent une colonisation rapide du sol après la plantation.

De récentes avancées dans la pratique en pépinière ont intégré des protocoles pour réduire la consommation d'eau qui incluent des systèmes d'arrosage efficaces, le recyclage de l'eau, des semences tardives et l'utilisation de graines pré-germées afin de réduire le temps de culture en pépinière, et la réduction de la quantité et de la fréquence de l'arrosage pour pré-conditionner les scions à la sécheresse. Lorsqu'elle fonctionne avec succès (cela dépend beaucoup de la plasticité de l'espèce), le pré-conditionnement a l'avantage de produire des scions de haute qualité et d'économiser à la fois des quantités d'eau substantielles.

La culture en pépinière doit s'adapter aux caractéristiques particulières tout au long du processus de croissance du scion. Par exemple, les espèces *Quercus* développent très tôt une racine pivotante, peu ramifiée, avec plus de biomasse racinaire qu'aérienne, en comparaison avec les pins. Le groupe CEAM a testé des conteneurs profonds pour faciliter le développement de la racine pivotante dans la phase d'enracinement ; l'objectif est de faciliter le fait que la racine pivotante atteigne rapidement les horizons profonds du sol où elle peut trouver un minimum d'humidité, même en été (Chirino *et al.*, 2008).

Création d'un sol colonisable par les racines

Sur le terrain, les efforts sont dirigés vers la création d'un milieu approprié à la colonisation racinaire et à la capture de ressources. Le défi consiste à préparer le terrain pour faciliter l'enracinement des scions sans produire un impact négatif sur le paysage.



Figure 10. Scion de chêne vert dans un tube protecteur, Ayora (Valence, Espagne). CEAM.

L'application d'amendements organiques peut aussi aider à l'établissement des plantes dans la mesure où les sols dégradés sont souvent pauvres en matière organique, en nutriments et en capacité de rétention d'eau (Valdecantos *et al.*, 2006). Les boues d'épurateurs et les résidus solides urbains ont été utilisés avec succès pour améliorer la croissance des scions (Valdecantos *et al.*, 2004; González-Barberá *et al.*, 2005), et il existe dorénavant des prescriptions techniques pour leur utilisation efficace et sûre d'un point de vue environnemental (Bailly *et al.*, 2004; Valdecantos *et al.*, 2004). Des études récentes sur le pin parasol (*Pinus halepensis*) adulte ont montré que les amendements organiques peuvent améliorer l'efficacité dans l'usage de l'eau comme résultat d'une amélioration de son état nutritionnel (Querejeta *et al.*, 2008). Les amendements organiques peuvent avoir des effets négatifs sur les plantes du fait de l'augmentation de la salinité, de la fissuration du sol et de l'augmentation de la concurrence avec la végétation préexistante. Ces facteurs expliquent pourquoi nombre d'études

ont observé des résultats négatifs, ou sans effet, sur la survie des scions après l'application de boues. Cependant, ces applications augmentent en général la croissance : dans des conditions d'ombroclimat méditerranéen sec, l'addition de bio-solides compostés favorise la croissance du scion à doses modérées, de l'ordre de 20-30 Mg (poids sec) ha⁻¹ an⁻¹ (Fuentes *et al.*, 2007).

Amélioration des conditions du micro-habitat

Le développement du scion peut être déséquilibré par un excès de radiation et de température. De nombreux types de tubes protecteurs sont disponibles sur le marché pour éviter les dits effets (Bellot *et al.* 2002; Olier *et al.* 2003). La ventilation est nécessaire pour éviter des températures excessives et maintenir de hautes concentrations atmosphériques de CO₂ (Jiménez *et al.* 2005). Les tubes peuvent favoriser les gelées étant donné que les températures minimales en

hiver sont légèrement inférieures à l'intérieur du tube (Oliet *et al.* 2003). L'ombre créée par le tube réduit la photo-inhibition, elle provoque aussi une réduction de la transpiration des scions, et par conséquent de la demande en eau, et favorise la croissance en hauteur (Fig. 10 et 12).

Les branches empilées sur le sol peuvent être une alternative économique pour faire de l'ombre et engendrer un micro-habitat favorable à l'établissement du scion (Ludwig and Tongway, 1996). Même si elles ne sont pas aussi efficaces que les tubes protecteurs pour éviter l'excès de la radiation, elles ont certains avantages. Elles créent une ambiance de radiation hétérogène qui ressemble aux conditions naturelles et permet une acclimatation graduelle à l'exposition en plein soleil. Du fait qu'elles sont en contact intime avec la surface du sol, les branches peuvent retenir des particules, des graines, de l'eau et des nutriments dissous transportés par les eaux de ruissellement et par le vent. Finalement, les branches contribuent à améliorer la fertilité du sol au fur et à mesure de leur décomposition.

Méthodes d'arrosage efficaces et de faible coût pour des conditions extrêmes

Dans les zones désertiques, la disponibilité en eau est très limitée et son transport est cher. Les besoins en eau pour une petite plante est seulement de 1-2 L par mois. Il existe des méthodes traditionnelles d'arrosage dans de nombreuses parties du monde qui sont orientées vers une utilisation des quantités minimales d'eau indispensable à la survie et à la croissance des plantes introduites. Ces systèmes d'arrosage alternatifs et peu connus améliorent la croissance des plantes y compris dans des conditions désertiques (Bainbridge, 2007). L'arrosage supplémentaire doit être appliqué le plus longtemps possible, de l'ordre d'une fois toutes les deux semaines pendant les trois premiers mois et ensuite un fois par mois pendant deux étés. Le coût de ces systèmes est modeste par rapport au coût total d'une planta-

tion dans une zone reculée. Ci-dessous sont présentées les méthodes traditionnelles et nouvelles qui ont donné le plus de résultats.

Dans des conditions d'aridité extrême, l'arrosage temporaire peut être indispensable pour garantir l'enracinement des scions et leur croissance initiale. Il existe diverses techniques efficaces, au faible coût et à la faible consommation en eau, qui ont démontré leur caractère effectif dans diverses régions arides du monde.

Arrosage par tube profond

Ce système utilise un conduit vertical ouvert pour concentrer l'eau d'arrosage dans la zone d'enracinement profonde (Bainbridge and Virginia, 1990). Des expériences réalisées en Afrique ont démontré que cette méthode est beaucoup plus efficace que l'arrosage au goutte-à-goutte superficiel (Sawaf, 1980). L'arrosage par tube profond développe beaucoup plus de volume de racines que d'autres types d'arrosage et aide au développement d'une plante mieux préparée à survivre une fois que l'arrosage aura cessé après l'enracinement. Le système peut utiliser des matériaux simples et une main d'oeuvre non qualifiée, sans l'utilisation d'eau sous pression. Les tubes profonds améliorent l'efficacité dans l'usage de l'eau du fait de la faible évaporation et de la perte nulle en eau par ruissellement sur les versants, et améliorent également la maîtrise des mauvaises herbes.

Pots en argile enterrés

On utilise des pots en argile fermés et non vitrifiés, remplis d'eau, afin d'assurer un approvisionnement stable en eau pour les plantes qui poussent à côté (Bainbridge, 2001). L'eau exsude à travers les parois du pot à une vitesse en partie détermi-



Figure 11. Capsule poreuse constituée d'une jardinière en argile avec un réservoir de 20 litres. Photo D.A. Bainbridge.

née par la vitesse de son absorption par les racines. Ce processus suppose un arrosage très efficient.

L'approvisionnement maîtrisé de l'eau du pot garantit aux scions un arrosage stable y compris en périodes de très hautes températures, de faible humidité et de vents desséchants. Le système fonctionne particulièrement bien dans les sols sableux et pierreux qui drainent rapidement. C'est aussi une bonne méthode pour les semilles directes. Des chercheurs au Pakistan ont utilisé les pots enterrés pour planter des acacias et des eucalyptus dans une zone aux précipitations annuelles de 200 mm (Shiek'h and Shah, 1983). Les arbres arrosés avec les pots ont grandi de 20% de plus que ceux qui ont reçu la même quantité d'eau manuellement et la survie a augmenté de 62% à 96,5%. Les sols affectés par la salinité, ou les sols où seule de l'eau saline est disponible pour l'arrosage, ont également démontré l'intérêt de l'arrosage par pots d'argile enterrés (Mondal, 1984).

Arrosage avec mèche

Les systèmes avec mèche ont été utilisés pour la première fois en Inde en combinaison avec les pots en argile enterrés (Mari Gowda, 1974). On fait un ou plusieurs trous dans le pot enterré et on y introduit une mèche poreuse en coton. De cette manière, la mèche transporte lentement l'eau dans le sol de manière à favoriser le développement des racines. Les mèches peuvent être alimentées par capillarité ou par gravité. Les systèmes par capillarité utilisent une mèche dans un tube qui dépasse au-dessus du niveau de l'eau : le mouvement de l'eau est lent mais stable. Dans le système par gravité la mèche est placée en dessous du niveau de l'eau, qui coule par la mèche.

Capsules poreuses

Les capsules poreuses sont une adaptation moderne des pots en argile enterrés (Silva *et al.*,



Figure 12. Captage d'eau de ruissellement en repeuplement forestier. Le scion est protégé par un tube. Projet de démonstration d' Albaterra (Alicante, Espagne). DGB (Ministère de l'Environnement et du Milieu Rural et Marin) – Communauté Autonome Valencienne – CEAM.

1985). Elles sont fabriquées en argile peu cuite et peuvent être connectées à un réseau de tubes plus facilement que les pots (Fig. 11). Elles sont efficaces mais plus chères à fabriquer et à installer que les pots et les tubes profonds. Il faut connecter deux tubes à chaque capsule pour permettre la sortie d'air quand entre l'eau.

Tuyau d'arrosage poreux

Cette méthode utilise un tuyau d'arrosage poreux placé verticalement pour humidifier la colonne du sol. On peut l'installer avant la plantation en utilisant un système de perforation à presque n'importe quelle profondeur souhaitée (selon le sol et la quantité de pierres). On peut aussi le placer après la plantation. On le connecte à une bouteille d'eau ou à un réservoir et à un système de répartition.

Captage de l'eau de ruissellement

La préparation du sol par le biais des techniques de captage du ruissellement augmente les apports d'eau pour les scions introduits. La technique consiste à canaliser le ruissellement superficiel d'une surface d'impluvium, au moyen de deux sillons superficiels, vers le trou ou le gradin de plantation où est introduit le scion (Fig.12). L'ensemble constitue un micro-bassin de captage d'eau. La construction du gradin et la répartition des micro-bassins sur le versant doivent être calculées de manière à ce que les volumes d'impluvium puissent être absorbés dans leur majeure partie par les gradins, qui dans tous les cas doivent être conçus avec une évacuation latérale qui empêche la rupture du billon central et produise une rigole sur la pente la plus forte (De Simón *et al.*, 2004). De cette manière, la plante reçoit un arrosage supplémentaire pendant le temps que les sillons restent fon-

tionnels et que la capacité d'infiltration de l'eau dans le trou reste élevée, entre 1 à 2 ans, ou plus.

Interactions avec d'autres organismes

L'utilisation des interactions entre espèces est l'un des secteurs qui connaissent le plus grand développement actuel dans la restauration des terres sèches. On a observé de multiples interactions écologiques positives (Azcón and Barea, 1997; Callaway, 2003; Maestre *et al.*, 2001; Gómez-Aparicio *et al.*, 2004) qui ouvrent des voies au progrès dans le profit qu'en retirent les communautés existantes dans le site en restauration. Il faut se souvenir que les interactions de facilitation faisaient déjà partie du savoir traditionnel. Par exemple, au début du XXe siècle, on a utilisé des rangées de cultures céréalières, de graminées et de branches pour faire de l'ombre aux scions introduits dans le Levant espagnol. (Mira-Botella, 1929).

L'emploi de champignons mycorhiziques, avec la sélection d'espèces et de pieds, a aussi été développé pour améliorer la qualité des scions, en incluant leur capacité à supporter la sécheresse (Querejeta *et al.*, 2007), et peut être d'un grand intérêt pour des sols où les propagules fongiques sont absentes.

Les animaux peuvent jouer un rôle clé dans la dynamique de la communauté et le fonctionnement de l'écosystème. Certaines études suggèrent l'emploi de perches artificielles pour favoriser la visite d'oiseaux disperseurs de graines (Zanini and Ganade, 2005), l'introduction de faune édaïque et d'amendements organiques pour améliorer les propriétés du sol (Roose *et al.*, 1999).

Priorités de la lutte contre la désertification

Les efforts de restauration doivent accorder la priorité aux zones les plus sensibles en termes de risque de désertification. Une fois identifiées les zones sensibles, le pas suivant serait de définir les conditions limites de dégradation qui permettent une restauration réussie tant sur le plan techni-

que qu'économique et social. Il est très risqué de mettre en place, dans des aires très dégradées, des programmes de boisement coûteux et étendus sans une prévision consistante des possibilités de succès. Un troisième pas serait de concevoir des techniques spécifiques de mitigation et de restauration pour ces zones extrêmement sensibles, en incluant aussi bien des mesures actives que passives, liées aux forces motrices responsables de la dégradation (désertification active) ou aux perturbations antérieures qui favorisent encore la désertification. Le point de départ pour ces activités devrait être une analyse approfondie des actions de restauration réalisées par le passé dans les régions les plus sensibles et dégradées. Dans le même sens, le suivi et l'élaboration de bases de données devraient être des composantes essentielles de tous les projets de restauration.

LA PLANIFICATION DU TERRITOIRE POUR OPTIMISER LES RESSOURCES HYDRIQUES

11. PLANIFIER LES USAGES DES SOLS POUR GÉRER L'EAU OU PLANIFIER L'EAU POUR GÉRER LE TERRITOIRE ?

Le cycle de l'eau se voit affecté par la majeure partie des activités qui sont développées sur le territoire d'une manière ou d'une autre, même si ces activités peuvent avoir des objectifs spécifiques qui n'ont aucun rapport avec l'eau. L'eau est une ressource cruciale pour la société humaine et pour les écosystèmes, aussi bien en termes de quantité que de qualité, et dans certains cas elle est le facteur le plus limitatif pour le développement. Par conséquent, le cycle de l'eau est un thème horizontal qui doit être considéré dans toutes les activités de gestion du territoire, et particulièrement dans leur planification.

Les premières grandes civilisations développées sur des terres arides, comme la civilisation sumérienne en Mésopotamie, étaient basées sur une gestion innovante des ressources hydriques. Des siècles plus tard, la dégradation des terres causée à

long terme par l'irrigation provoqua la destruction de cette civilisation extraordinaire. C'est pourquoi les interactions entre l'eau et la terre peuvent dériver dans des dynamiques imprévues qui peuvent avoir un impact catastrophique sur la société humaine. Tout au long de l'histoire, le développement humain sur les terres arides s'est vu limité par la pénurie d'eau. Le développement excessif, sans une prévision de la disponibilité en eau, a entraîné la désertification de régions arides, en diminuant la productivité des terres et en réduisant la capacité de régulation hydrique. Dans les pires situations, la désertification engendre une perte irréversible de la productivité des terres. La gestion de l'eau affecte par conséquent la productivité des terres et les processus à l'échelle du paysage, et les usages des sols affectent le cycle de l'eau. Le défi qui se présente est une planification raisonnable des usages des sols et de la gestion de l'eau pour satisfaire les demandes en eau et conserver les ressources naturelles.

Le défi du développement est une planification raisonnable des usages des sols et de la gestion de l'eau pour satisfaire les demandes en eau et conserver les ressources naturelles.

12. LES PERSPECTIVES DES CHANGEMENTS D'USAGES DES SOLS ET LEURS CONSÉQUENCES SUR LE BILAN HYDRIQUE: LE CAS ESPAGNOL

Le développement de différents scénarios d'occupation du sol est fondamental pour l'analyse des effets prévisibles sur le cycle hydrologique. Certaines catégories d'occupation du sol supposent un capital irremplaçable et non substituable. Le cas de l'urbanisation est particulièrement irréversible, et porte une grande responsabilité quant au déboisement ou la perte de terrains humides (Pearce, 1993).

Table 5. *Processus observés dans les changements d'occupation du sol entre 1987 et 2000 pour les types d'usage du sol de niveau 1 du CLC (Corine Land Cover) sauf la classe 5 et ses effets sur le cycle hydrologique. Source : élaboration propre à partir de données sur les Changements dans l'Occupation du sol en Espagne (OSE, 2006).*

	TENDANCES OBSERVÉES	EFFETS SUR LE CYCLE HYDROLOGIQUE
Surface artificielle ► 2,1% de la surface totale ► Forte augmentation, avec un grand dynamisme sur le littoral	Augmentation de 29,5% des surfaces artificielles avec un fort développement sur des terres de labour et des cultures permanentes, des zones couvertes de pâturages (20.879 ha), de végétation sclérophylle (18.577 ha) et de forêts (14.854 ha). Le rythme important de l'artificialisation du sol à l'intérieur des terres et sur la bande littorale en Espagne péninsulaire a un caractère clairement irréversible qui provoque des effets environnementaux négatifs sur des ressources environnementales comme l'eau, l'atmosphère et les écosystèmes. Ils ont affecté négativement les terrains humides de la côte.	APoints de demande à hautes garanties d'usage (MMA, 2006) Augmentation du ruissellement et diminution de la recharge des aquifères. Effets sur la qualité des eaux (MMA, 2005) Croissance rapide de la population jointe à la problématique croissante entre les divers usagers et les diverses administrations régionales ou locales autour de l'usage et la distribution de l'eau (Vlachos et Evan, 2003) Usage saisonnier pour l'usage touristique Rareté de l'épuration des eaux usées en traitement tertiaire

TENDANCES OBSERVÉES		EFFETS SUR LE CYCLE HYDROLOGIQUE
Surface agraire ► 49,9% de la surface totale ► Importantes transformations internes	Légère baisse des zones agricoles de cultures intensives : augmentation de l'irrigation, diminution des terrains secs, abandon de zones agricoles marginales et perte de zones agricoles hétérogènes. La plus grande partie de la perte de sol agricole est due au passage à des surfaces artificielles, et dans une moindre mesure à des zones forestières déboisées et des espaces ouverts, et à la forêt.	Politique d'expansion de l'irrigation pour une plus grande productivité et diversification (MMA, 2006). Augmentation de la consommation d'eau. Baisse de la qualité de l'eau à cause de l'emploi d'engrais et de pesticides. Augmentation de l'évapotranspiration par augmentation de la biomasse végétale suite à l'abandon rural.
Surface forestière et autres surfaces ► 47,1% de la surface totale ► Fortes transformations internes	Légère réduction due à l'augmentation des surfaces artificielles, des zones agricoles, malgré la colonisation sur des zones agricoles en zones marginales. Importantes surfaces brûlées. Diminution des glaciers et des zones de neiges éternelles, qui peut être liée au processus global du changement climatique ou à des divers cycles climatiques courts. Echanges forts à l'intérieur de la classe.	Effets sur l'infiltration et la percolation, augmentation du ruissellement. Effets sur l'évapotranspiration. Baisse des ressources hydriques.
Zones humides ► 0,2% de la surface totale ► Légère diminution	Les terrains humides et les zones marécageuses ont été remplacés en partie par des zones agricoles (40%, principalement des terres irriguées), par des salines (25%) et des retenues (18%). 80% des lagunes côtières et des estuaires qui ont disparu ont été remplacés par des zones industrielles, commerciales et de transport et 45 % des marécages qui ont été remplacés par d'autres occupations du sol se sont transformés en salines, 26% en zones agricoles et 25% en surfaces artificielles	Effets de la diminution des débits. Diminution de la disponibilité des eaux souterraines due à la surexploitation des aquifères (Vlachos et Evan, 2003)
Lames d'eau ► 0,7% ► Augmentation	Augmentation des surfaces artificielles par la construction de retenues (20%) à partir de zones forestières à végétation naturelle (presque 60%).	Augmentation de l'évapotranspiration. Augmentation de la capacité de stockage (MMA, 1998).

On peut assumer les interactions basiques entre les différentes couvertures du sol et le cycle hydrologique :

► La végétation naturelle et en particulier la couverture forestière, est une protectrice du sol et affecte l'infiltration de l'eau de pluie, le développement racinaire établit la structure des particules et des pores du sol, ce qui influe directement sur les taux d'infiltration et sur les taux de rétention d'eau, en plus d'augmenter l'évapotranspiration et de diminuer le ruissellement.

► Les surfaces agricoles possèdent différents taux d'infiltration, de ruissellement et d'évapotranspiration. Les cultures irriguées sont celles qui provoquent le plus d'impacts négatifs sur le cycle hydrologique, les demandes élevées en eau affectant sa qualité, à cause de l'emploi d'engrais et de produits phytosanitaires, et aussi sa quantité, puisqu'elles représentent les plus grosses demandes (80% de la demande totale en Espagne).

► Les zones sans couverture végétale et à forte pente facilitent les processus d'érosion, avec une

augmentation des ruissellements et une diminution de l'infiltration.

► L'urbanisation modifie le cycle hydrologique en augmentant les ruissellements et en occupant bien souvent des zones agricoles d'intérêt et en fragmentant le paysage (Henríquez y Azocar, 2000). Par ailleurs, elle engendre des demandes qui impliquent, une fois acceptées, de fortes garanties d'usage.

Dans l'analyse des changements d'occupation du sol (Tableau 5) on a utilisé l'information disponible sur l'état actuel et sur les changements d'occupation du sol qui se sont produits en Espagne, et qui relève du projet CORINE Land Cover (CLC). Pour l'information sur les usages de l'eau et leurs rapports avec la consommation associée à différentes couvertures de sols d'intérêt, on a utilisé des statistiques disponibles à l'INE (Institut National de Statistiques). On a également utilisé les différentes simulations réalisées par le groupe d'Analyse Economique du Ministère de l'Environnement et publiées dans les différents rapports (2007a, 2007b) et par le groupe de l'Université de Cordoue qui porte sur des estimations de la consommation d'eau dans les zones agraires (Berbel, 2007). Ce que l'on observe c'est qu'il s'est produit des changements très rapides sur le territoire, qui ont eu d'importantes répercussions environnementales, économiques et sociales. Les changements les plus profonds, et peut-être transcendants, sont ceux qui ont trait à deux processus : la création de surfaces artificielles et des zones d'irrigation. Il faut tenir compte du fait que la localisation spatiale de ces changements influe activement sur les restrictions ou limitations économiques, sociales et environnementales, sur les garanties d'usage ou probabilité de l'assurer de la part du système de gestion.

L'Espagne est un des pays à plus forte croissance de la surface artificielle (rythme moyen annuel de 1,9%), avec l'Irlande et le Portugal, nettement au-dessus de la moyenne des 23 pays du programme CLC2000 (proyecto Corine Land Cover 2000 relatif à la comparaison de l'occupation des sols entre les années 1990 et 2000) qui est de 0,68% (AEMA, 2005). Le type de croissance économique (dépendant des secteurs de grande consommation

du sol, comme la construction, le transport et le tourisme), la consolidation et l'approfondissement du nouveau modèle d'urbanisation dispersée et le haut investissement dans des infrastructures de transport pendant la période 1987-2000, en sont les causes principales. Le rythme soutenu d'artificialisation du sol à l'intérieur et sur la bande littorale de l'Espagne a un caractère clairement irréversible qui provoque des effets environnementaux négatifs sur des ressources comme l'eau, l'atmosphère et les écosystèmes.

En Espagne, la surface de terrains arrosés en permanence a augmenté de 10,3%, ce qui est le résultat d'une part du rapport entre la transformation de zones forestières à végétation naturelle et aux espaces ouverts en zones agricoles, et d'autre part de la perte de zones agricoles qui sont transformées en surfaces artificielles.

L'usage de l'eau a augmenté de façon plus ou moins exponentielle avec la croissance de la population et le développement industriel (Vörösmarty et Sahagian, 2000). En Espagne on prévoit une augmentation de la population dans les prochaines décennies qui déterminera une augmentation de la consommation d'eau.

Concurrence entre surface artificielle, surface de terres irriguées et zones humides naturelles

En plus des consommations d'eau des surfaces de terres irriguées et des surfaces artificielles, on est en train d'assister à la concurrence entre différents types d'occupation du sol en rapport avec l'eau. C'est ainsi qu'on observe divers processus de substitution de zones d'irrigation par des zones artificielles. Le processus commence dans beaucoup de cas par la création, à partir d'un terrain sec, d'un terrain irrigué qu'on convertit ultérieurement en zone artificielle. Ce processus s'est produit en Espagne entre 1987 et l'année 2000 sur un total de 36.000 hectares.

Un autre processus de changement d'occupation du sol en rapport avec l'eau est la perte des zones humides naturelles et des lames d'eau à cause de

TENDANCES DE L'OCCUPATION DU SOL SELON DIFFÉRENTS SCÉNARIOS

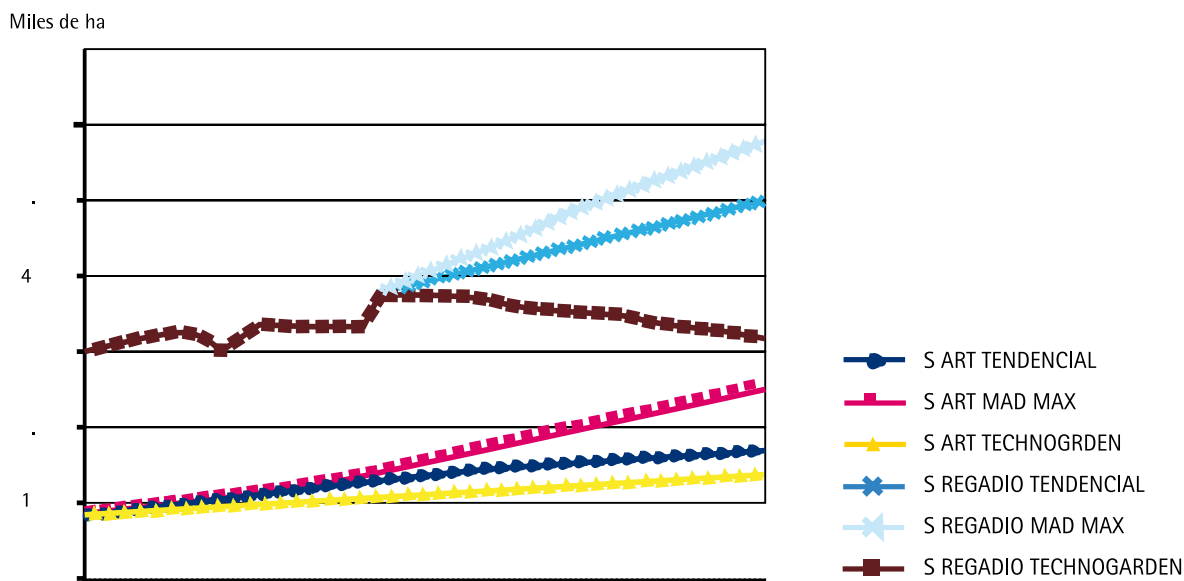


Figure 13. Tendances de l'occupation du sol selon différents scénarios. Données en milliers d'ha. Établi par F. Prieto.

l'augmentation de l'artificialisation et l'expansion des zones agricoles. Ce processus, selon les données Corine Land Cover 1987-2000, a concerné un total de 2537 ha, dont 31% correspondent à une augmentation des zones artificielles et le reste (69%) à une augmentation des zones agricoles.

Conception et évaluation des scénarios : prospective pour 2030

Des estimations ont été faites sur la possible évolution future des zones artificielles et des terres irriguées en Espagne, et l'effet qu'elles produiront sur le reste des couvertures du sol ainsi que leurs répercussions possibles sur la gestion de l'eau. Les scénarios se sont inspirés des scénarios réalisés par le World Water Council, qui essaient de prédire la situation en 2025 (Cosgrove et Rijsberman, 2001), et il en ressort que l'urbanisation est un des principaux facteurs qui structurent les régimes de perturbation (Wear *et al.*, 1998).

Trois scénarios ont été développés pour l'année 2030 : (1) "Tendanciel", qui maintient la tendance de changements d'occupation observée entre 1987 et 2000 d'augmentation de la surface artificielle

et des cultures de terres irriguées ; (2) "Mad Max", qui accélère ces tendances, combinées à une surexploitation de l'eau, et (3) "Technogarden", qui prévoit une stabilisation de ces surfaces associée à un développement de technologies, comme un soutien à la connaissance et à la maintenance des processus écologiques.

Dans la réalisation des scénarios on atteint différents taux de changement en 2030 (Fig. 13). De l'analyse des tendances observées dans le changement d'usage du sol et ses effets sur le cycle hydrologique, on peut affirmer que dans le cas des scénarios Mad Max ou Tendanciel les terrains humides se verront affectés à cause de leur extension réduite. Ils sont pourtant nécessaires à la conservation de la biodiversité et aux processus écologiques basiques. Par ailleurs, les paysages traditionnels et culturels de grande importance dans l'aire méditerranéenne se verront également affectés, comme les écosystèmes forestiers à la végétation sclérophylle. C'est une conséquence considérable du point de vue de la conservation des habitats naturels et semi-naturels.

Malgré les probables améliorations dans l'économie d'eau, l'efficacité dans son usage et les méthodes non conventionnelles (dessalement et réutilisation), il est peu probable qu'on puisse augmenter les disponibilités en eau de manière à satisfaire les demandes dans les scénarios Tendanciel ou Mad Max, du fait des limites physiques de disponibilité de la ressource et les effets du changement climatique. Dans ce cas la grande quantité d'eau réclamée à des fins domestiques, industrielles et agricoles serait, de manière prévisible, insoutenable, provoquant en plus des effets adverses sur les écosystèmes et le cycle hydrologique.

Entre les effets du changement climatique et les prévisions démographiques de l'INE il est prévisible que le cycle hydrologique subisse un impact préjudiciable, à cause de l'augmentation des taux d'évapotranspiration et l'apparition d'importants déséquilibres territoriaux (MMA, 1998). Ceux-ci créeraient une série d'incertitudes et de conflits dans la majeure partie des secteurs économiques, et produiraient d'irréversibles effets consécutifs sur la biodiversité. Selon la gestion forestière qui sera menée dans les prochaines années, les écosystèmes forestiers peuvent être plus ou moins affectés par le changement climatique, mais il est possible que les changements dans la production primaire nette et dans la répartition des masses forestières aient de lourdes conséquences sur la régulation du cycle hydrologique.

L'amélioration et l'apparition de nouvelles technologies pour l'année 2030 en rapport avec le cycle de l'eau, ainsi que l'augmentation de la prise de conscience sociale vis à vis de cette ressource n'ont pas été explicitement considérées, mais il est prévisible qu'elles se produisent. Si l'on continue en suivant les tendances actuelles (scénario Tendanciel) ou si on les accélère on observerait les impacts suivants sur les dimensions du développement:

- Economiques : conflits autour de l'usage de l'eau entre divers secteurs économiques, surtout ceux de l'irrigation et de l'usage urbain
- Sociaux: conflits autour de l'usage de l'eau entre différents territoires et divers groupes sociaux.
- Environnementaux : faute de garantie de la ressource, une plus grande pression sur les res-

sources hydriques due à un déclin irréversible des zones humides et des écosystèmes associés à l'eau, diminution des espèces associées, etc.

Pourtant, dans le scénario le plus soutenable (Technogarden) on pourrait parvenir à un usage durable de l'eau, basé sur une stabilisation ou une légère augmentation de la surface artificielle, sur une diminution des zones de terres irriguées, en particulier celles situées sur des zones arides et qui sont les moins rentables. L'application de nouvelles technologies, de méthodes non conventionnelles et la gestion de la demande libèreraient des ressources hydriques qui sont indispensables à l'amélioration de la qualité écologique des masses d'eau. Les effets sur le cycle hydrologique de cette rétention de la demande seraient bénéfiques pour les écosystèmes (augmentation des débits écologiques, zones de rive, terrains humides, etc.). Cela permettrait de conserver la grande diversité des écosystèmes aquatiques existant en Espagne et d'augmenter la possibilité de l'usage social de la ressource (demande urbaine et usage récréatif). Les objectifs de la Directive Cadre sur l'Eau coïncident essentiellement avec la prédiction de ce scénario.

Dans tous les scénarios, les usages urbain, industriel, agricole et celui destiné à l'élevage continueront d'être les forces motrices dans les tendances des rapports entre l'occupation du sol et le cycle hydrologique. La croissance de la population et l'évolution de l'économie, désagrégée par secteurs, seront des clés de l'évolution et de la localisation géographique de la demande et des déchets.

13. ALTERNATIVES FUTURES POUR LA PLANIFICATION DANS UNE PERSPECTIVE DE GESTION DURABLE DES RESSOURCES HYDRIQUES

La question clé dans la planification du territoire, et particulièrement des ressources hydriques, est de savoir à quelle échelle opérer. Locale ? Régionale ? Globale ? Toutes simultanément ? Comment ? Et si la planification à toutes ces échelles est mutuellement synergique ou conflictuelle. Comme a dit Galilée, "nombre de choses ingénieuses qui fonctionnent à petite échelle ne marchent pas à

grande échelle". Il y a une planète Terre, de nombreuses nations, des régions, des bassins hydrographiques. Et il y a énormément de lieux individuels et de gens. Les nombres sont très différents et ce fait est très important : il n'y a qu'une Terre mais il y a des milliards de personnes qui prennent des décisions concernant le territoire et l'eau.

A l'échelle globale on opère selon des principes généraux qui supposent des lois et des traités globaux basés, en principe, sur la connaissance scientifique. Les études globales doivent comprendre les changements dans le but de les stabiliser. Le concept de "développement durable" a cet attribut. Une perspective globale est extrêmement importante, en particulier pour les thèmes relevant de ladite échelle comme le réchauffement climatique, l'élévation du niveau des océans, la désertification et la perte de la biodiversité.

A l'échelle intermédiaire, régionale, bien souvent un bassin hydrographique ou une région urbaine, au lieu de travailler avec toute l'humanité, globalement, on considère des cultures spécifiques, avec des différences sociales internes. On analyse des processus et on envisage des hypothèses. On propose et on évalue des alternatives, sur la base des connaissances acquises en sciences physiques et en écologie, mais aussi en sciences humaines. En parallèle à la recherche de stabilité, on cherche à comprendre et à maîtriser le changement, même si l'on ignore dans quel sens il se dirige. On a affaire à des politiques, à des visions conflictuelles légitimes et des consensus possibles, et c'est particulièrement le cas quand il s'agit de l'eau.

A l'échelle la plus locale sont impliqués des individus et des petits groupes. Les gestionnaires sont fréquemment mus par des intérêts privés, particulièrement dans le cas de ressources rares. Parfois, des idées novatrices sont trouvées qui permettent d'affronter des situations locales spécifiques, mais qui s'appliqueraient difficilement à l'échelle régionale ou globale. A cette échelle il s'agit de reconnaître la diversité et ses avantages. Tout ce qui fait qu'un lieu est différent, ses gens et leurs moyens d'expression individuelle, qui se reflètent dans de nombreux paysages locaux. A ce

niveau, la clé est d'étudier des interactions : où les espèces, y compris les gens, vont-elles développer des activités ? Et comment elles entrent en rapport entre elles, avec la terre et ses ressources ? La planification à ce niveau n'est pas abstraite, elle est tangible.

La planification du paysage aux échelles globale, régionale et locale est très différente. Chaque échelle requiert une formation différente, un style de travail particulier, des connaissances et une expérience différentes, malgré les limites diffuses entre les échelles et l'existence de chevauchements sur les sujets et les caractéristiques.

Il y a d'autres liens entre les échelles. En premier lieu, la diversité de l'échelle locale engendre de nouvelles idées et manières de penser. La phrase centrale de cette EXPO, "....mille solutions", n'est pas un hasard. Et l'imagination locale peut influencer sur les nations, les régions et les individus. David Browder est l'auteur de la fameuse phrase "pense globalement, agis localement" ; nous pourrions dire de la même façon "pense localement, agis globalement" (C. Steinitz). Dans tous les cas il est bien difficile de comprendre le monde et donc d'agir localement, de même que d'avoir une idée à l'échelle locale et d'essayer alors de changer le monde.

Néanmoins, il y a aussi des conflits et des risques potentiels dans ces interactions entre échelles. Plus les échelles locale et régionale sont faibles, et plus la globale est forte dans ses aspects les plus discutables, dans la mesure où les grands principes de pensée globale peuvent faire perdre de la diversité, de l'adaptabilité, de la capacité d'auto-renouvellement et de souplesse face au changement, pouvant donner lieu à des politiques autoritaires. D'un autre côté, si les approches locales deviennent prédominantes elles peuvent engendrer des situations chaotiques et des inégalités entre pays riches et pays pauvres, entre zones riches en eau et zones sèches. Par conséquent, un monde composé de nombreuses situations locales particulières est difficile à comprendre, à coordonner et à planifier. En définitive, le dilemme concernant l'échelle se meut entre l'approche exclusivement globale qui

peut entraîner des options de planification autoritaires et l'approche exclusivement locale qui peut être chaotique et injuste. Le concept équilibré, qui permet aux gens d'agir localement, nationalement et globalement, est l'idée de risque. Le risque apporte la tension utile dans tous les aspects de la prise de décisions et dans l'établissement de priorités. Si un phénomène est un risque pour tout le monde, il se convertit en global, par exemple le réchauffement global. Si c'est un risque culturel, comme la conservation du patrimoine, des paysages ou de la langue, il se convertit en régional. Les intérêts particuliers concernent bien entendu l'échelle locale.

Sur la base des réflexions précédentes, les actions à l'échelle régionale seraient particulièrement recommandables (Steinitz *et al* 2003). Il se peut que ce soit le niveau le plus compliqué parce qu'il reçoit les influences des niveaux global et local. Un problème spécifique de cette approche est la question de savoir comment faire passer des grands changements dans le paysage qui peuvent se produire en 20-40 ans comme résultats de beaucoup de petites décisions locales. Comment expliquer à un propriétaire que ses actions peuvent affecter sa région et que les actions de ses voisins peuvent également l'affecter dans le futur ? Il existe, dans le présent, des méthodes et des technologies qui permettent de plus en plus l'assistance, la planification et la représentation à différentes échelles.

La planification à l'échelle régionale, bassin hydrographique ou région urbaine, permet de confronter les intérêts et les risques locaux avec les principes et risques globaux d'intérêt général.

Un exemple de cette approche est l'étude réalisée dans le Haut Bassin du fleuve San Pedro à Sonora, Mexique et Arizona (USA) (Steinitz *et al.*, 2003).

Alternatives futures pour des paysages changeants : le cas du Haut Bassin du fleuve San Pedro à Sonora, Mexique et Arizona (USA)

La zone d'étude est une région désertique, à la grande diversité, particulièrement en ce qui concerne la faune ornithologique, avec un fleuve en processus de dégradation accéléré et un processus continu d'urbanisation et de développement agricole.

Dans la mesure où aucune vision individuelle de l'avenir ne peut être certaine, il est préférable de considérer plusieurs futurs alternatifs qui incluent un spectre de possibilités. C'est pourquoi cette étude a produit divers scénarios politiques alternatifs et a examiné l'ensemble des futurs alternatifs résultants que la région peut expérimenter. Pour l'année 2020 ont été projetés trois groupes de scénarios qui suivent le modèle de développement. Le premier scénario est basé sur l'interprétation des documents de planification et les pratiques d'usage du sol de la région (PLANS), le second est basé sur une croissance de population inférieure au pronostic normal et un développement urbanistique plus maîtrisé (CONSTRAINED), et le troisième anticipe une croissance de population supérieure au pronostic et un développement urbanistique de faible densité et moins maîtrisé (OPEN).

Le processus d'analyse inclut un modèle économique de développement urbanistique, un modèle hydrologique, un modèle de végétation, d'habitat pour la faune et un modèle visuel pour estimer la valeur esthétique du paysage.

Pour l'évaluation des futurs alternatifs on considère que les impacts suivants sont positifs : ralentissement de la diminution du stockage de l'eau souterraine, ralentissement de l'assèchement du fleuve, conservation ou amélioration des habitats naturels, maintien ou amélioration de la richesse des espèces, maintien de la beauté du paysage et amélioration de l'attrait pour le développement.

Tous les futurs alternatifs engendrés par des scénarios, y compris ceux qui considéreraient une croissance de population et de consommation

d'eau plus restrictive, ont donné comme résultat une perte globale du stockage de l'eau souterraine et une diminution du débit du fleuve San Pedro. Toutes les alternatives aboutiraient à une diminution des nappes phréatiques jusqu'à 10-15 m. Tandis que les alternatives qui restreignent le plus l'irrigation donnent comme résultat une amélioration des nappes phréatiques dans une zone de la région. Le San Pedro continuerait de perdre du débit sous les alternatives OPEN et PLANS, et avec l'alternative OPEN disparaîtrait le couloir vert de la rive du fleuve. Les alternatives qui restreignent l'irrigation et en particulier celles qui concentrent aussi le développement urbanistique peuvent augmenter le débit et améliorer l'habitat de rive en aval du bassin fluvial. Cela peut améliorer la biodiversité de la région.

La comparaison des futurs alternatifs révèle que les décisions politiques sur l'irrigation en Arizona causent les plus forts impacts sur l'hydrologie et l'écologie de la région. La seconde politique la plus importante a trait à la maîtrise du développement urbanistique. Les politiques qui stimulent la croissance de la population et qui se montrent plus laxistes envers le contrôle urbanistique engendrent largement des impacts environnementaux négatifs. L'augmentation de la mine et de l'agriculture à Sonora a une influence mineure comparée avec les précédents. Ces résultats indiquent que l'avenir du Haut Bassin du fleuve San Pedro rendra la crise environnementale plus familière à plus de gens.

Un sujet particulièrement intéressant est de montrer aux propriétaires des terres les conséquences accumulatives de leurs actions. La manière la plus effective fut par des images animées des résultats qu'on peut reporter sur n'importe quelle propriété. Cet exercice estompait les échelles de manière intentionnelle : de propriétaires locaux à un bassin hydrographique régional, en passant par la diversité globale en rapport avec des espèces d'oiseaux menacées.

14. OPTIONS DE PLANIFICATION DU TERRITOIRE POUR OPTIMISER LES RESSOURCES HYDRIQUES

Les changements d'usage du territoire dans les bassins hydrographiques sont des actions humaines prépondérantes qui affectent le comportement de la quantité et de la qualité de l'eau dans les bassins. Les principaux facteurs sont des changements dans la perméabilité de la surface, le déplacement de la terre et les changements de couverture végétale. Par exemple, l'urbanisation produit des changements dans la quantité d'eau de ruissellement, un raccourcissement du temps nécessaire à atteindre le pic de débit à la sortie du bassin (Cheng & Wang, 2002) et, en plus, une récession hydrographique plus rapide (Rose & Peters, 2001). Une pratique commune a voulu que la réalisation de ces changements a été souvent planifiée sans précaution, c'est à dire sans tenir compte des effets potentiellement négatifs sur les ressources en eau. Les avancées réalisées dans les modèles hydrologiques fournissent un outil qui permet d'anticiper les possibles effets des dits changements.

Les modèles de prise de décision multi-agent combinés aux modèles hydrologiques apportent une méthodologie qui permet d'inclure les multiples acteurs humains dans les changements d'un bassin hydrographique.

Les modèles hydrologiques peuvent être utilisés pour prédire comment les changements d'usages des sols se traduisent en changements de régime du débit dans la zone, et alerter ainsi sur des décisions de planification erronées ou suggérer de meilleures stratégies (v.g., Post *et al.* 1996). Pour cela les modèles hydrologiques requièrent une information digne de foi concernant la couverture

du bassin et les régimes de précipitations qui ont lieu ou pourraient avoir lieu dans la zone. Les systèmes d'information géographique et de télé-détection aident beaucoup à la préparation des données spatiales pour la constitution des modèles hydrologiques. De la même manière, les systèmes de radars météorologiques fournissent une information cruciale sur la distribution spatiale des précipitations (Bronstert *et al.*, 2002). Même des modèles simples, comme ceux basés sur la méthode empirique du "Nombre de Courbe", peuvent donner de bons résultats s'ils sont implémentés de façon adéquate (Garen & Moore, 2005).

Par ailleurs, les modèles multi-agent (MM-A) facilitent les simulations du comportement des systèmes humains, puisqu'ils capturent l'essentiel des processus de décision et des valeurs ou préférences qui induisent des changements dans les usages des sols. À leur tour ces changements engendrent des effets dans le système naturel simulé par des modèles basés sur des processus et des fonctions du bassin, comme les modèles hydrologiques expliqués précédemment (Acevedo *et al.* 2007, Monticino *et al.* 2007). Les interactions entre les groupes de pression sont simulées en utilisant les modèles type MM-A qui agissent en modèles de paysages forestiers sur la forme du changement d'usages des sols ; Le MM-A reçoit la réaction ou effets de ces actions sous la forme de métriques de réponses hydriques fournies par les modèles hydrologiques. Les habitants et groupes de pression peuvent alors voir les effets potentiels de leurs décisions et reconsidérer certaines d'entre elles, dans le but de parvenir à un développement durable du système.

Un exemple de l'application du MM-A inclut comme agents les propriétaires de terres rurales, les résidents, les constructeurs et le gouvernement local. Le MM-A capture les principaux aspects des processus de décision et des préférences des agents qui conduisent à des changements de couverture. L'objectif du modèle est d'aider à révéler des tendances de changement d'usages des sols et d'orienter ainsi les entités qui prennent les décisions. Les préférences des agents peuvent être représentées explicitement en utilisant des fonctions d'utilité de multiples attributs

(v.g., Keeney & Raiffa, 1993). Ces fonctions expriment les incertitudes inhérentes aux décisions des agents quand ils répondent à des opportunités économiques dans le contexte culturel et de gouvernement. Par exemple, quand les propriétaires terriens se demandent s'il faut vendre ou s'ils doivent s'accrocher à leur terre, ils soupèsent la richesse supplémentaire qu'ils obtiendront par la vente face à l'intégrité bio-culturelle du lieu qu'ils habitent. Comparé à une métrique purement monétaire, c'est un moyen plus réaliste de modéliser les décisions de changements d'usages des sols que prennent réellement les gens.

Les agents peuvent altérer leur préférence en réponse aux décisions d'autres agents, aux changements locaux de gouvernement et aux changements d'usages du territoire. Par exemple, en réponse au changement d'usages qui entraîne plus d'inondations locales, du fait de la perte de surface perméable, les agents résidentiels peuvent ajuster leur échelle de valeur pour mettre plus de poids du côté des effets environnementaux du développement suburbain. Les agents résidentiels peuvent également influencer le changement des agents du gouvernement en votant pour un gouvernement qui accorde plus de poids aux conséquences environnementales négatives de la politique de développement qu'à l'optimisation de l'assiette de l'impôt.

Le MM-A opère sous divers scénarios sociaux et économiques et reçoit la réaction des modèles du système naturel. Ces modèles simulent la manière par laquelle sont affectés le paysage et l'hydrologie sous l'action des agents, et produisent des changements dans la qualité de l'habitat et de l'eau sous des scénarios climatiques. On fait passer ces changements au modèle du système humain. Dans notre exemple, la métrique environnementale détectée par le modèle MM-A est le pic de débit, pour refléter le fait que les résidents de la zone perçoivent cette métrique comme une conséquence de l'augmentation de l'urbanisation dans la zone.

Les agents représentent les individus, les groupes d'individus, les organisations privées et les institutions gouvernementales dont les actions affectent le changement d'usages du territoire, directement ou indirectement. Les résultats de la

simulation indiquent qu'en considérant les valeurs de l'agent dans la formulation de la gestion de la croissance, on peut obtenir des résultats plus corrects. Les interactions entre agents ont produit des dynamiques complexes, et les simulations ont révélé les sensibilités dominantes de ces dynamiques. En particulier, la plus grande sensibilité aux principaux facteurs du changement d'usages des sols est accordée au prix de la terre, au développement des zones voisines et aux interactions spatiales entre les propriétaires des terres. Alors que la sensibilité aux valeurs économiques n'est pas une surprise, les simulations ont révélé une autre sensibilité qui pourrait être importante du point de vue de l'intérêt gouvernemental : les propriétaires terriens tendent à s'accrocher à leurs terres si les parcelles voisines ne sont toujours pas urbanisées. Par conséquent, si les gouvernements achetaient des parcelles ou les droits du développement sous la forme d' "espaces ouverts stratégiques", les propriétaires terriens voisins, sensibles à l'usage de la terre du voisin, s'opposeraient à la tentation de vendre, puisque l'augmentation du prix de la terre serait modeste. Ainsi, les fonds de conservation pour préserver des espaces pourraient être plus efficaces s'ils étaient répartis de manière dispersée. Bien entendu, il faudrait que les gouvernements locaux soient au courant des effets potentiels de telle ou telle stratégie. Le développement d'une densité plus faible entraîne des coûts plus élevés dans la répartition des services. Pourtant, une telle stratégie aiderait en dernière instance à atteindre l'objectif de rendre durables les systèmes humains et naturels.

15. L'IMPACT DES POLITIQUES SUR LES RESSOURCES HYDRIQUES : GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES HYDRIQUES. LE CAS DU BRÉSIL.

La recherche de synergies et d'une complémentarité autour de la gestion de l'environnement, des ressources hydriques et de l'usage du sol doit évaluer, entre autres aspects, l'établissement d'une unité territoriale de planification qui puisse harmoniser les diverses stratégies d'usage du territoire. En ce sens, le bassin hydrographique présente des avantages comme unité de planification, car il s'agit d'une unité géo-environnementale, composée

d'un fleuve principal et de ses affluents, dont les limites sont définies par le relief, étant donné que "sa caractéristique environnementale doit refléter la somme ou la synergie des effets et interventions qui se produisent sur le territoire du bassin" (Lino, 2003). Il suffit de relever que plusieurs paramètres physico-chimiques et micro-biologiques, entre autres, varient selon les usages de l'eau et du sol dans le bassin hydrographique. L'auteur cité conclut alors que, pour comprendre ce qui se passe dans le bassin, il est fondamental de considérer les usages multiples de l'eau, leurs conflits potentiels et, chose qui n'est pas de moindre importance, le rôle primordial et la valeur écologique des écosystèmes aquatiques pour la conservation des forêts et des autres ressources naturelles. En même temps, il est indispensable d'évaluer l'usage du sol en fonction de ses potentialités et de ses limitations écologiques, en maintenant comme référence le développement durable des ressources.

Un autre aspect de grande importance concerne l'articulation des instruments de planification liés aux politiques de ressources hydriques, d'environnement et d'usage du sol, comme : les plans de ressources hydriques, la zonification écologico-économique et les plans directeurs municipaux, respectivement. Ces instruments, quand ils sont bien élaborés et articulés, peuvent apporter des dividendes significatifs pour l'action des pouvoirs publics et de la société en général. La Zonification Ecologico-Economique (ZEE) a été créée dans la législation brésilienne pour orienter les politiques publiques liées à la planification, à l'usage et l'occupation du territoire, en tenant compte des potentialités et des limites du milieu physique, biotique et socioéconomique, selon les principes de développement durable. Les plans de ressources hydriques, par exemple, en proposant la création de zones sujettes à des restrictions d'usage dans le but de protéger les ressources hydriques, peuvent offrir des informations aux plans directeurs municipaux et à la ZEE, mais aussi recevoir de leur part de précieux apports. De plus, selon le PNRH (Plan National des Ressources Hydriques (PNRH, 2006)), "la gestion des ressources hydriques doit être directement associée aux actions qui se déroulent sur le territoire et aux décisions



Figure 14. Peinture de la seconde moitié du XVI^e siècle : paysage anthropomorphe (Ecole des Pays-Bas du sud)

qui ont été et sont prises dans l'espace territorial, qui correspond au bassin hydrographique, et en partant du principe que la planification hydrique doit se réaliser sur la base des définitions établies dans la ZEE, toutes les fois que ce sera possible".

Il est bon de souligner l'importance des articulations institutionnelles nécessaires afin d'obtenir la légitimation sociopolitique et l'élaboration de pactes qui impliquent les secteurs publics, privés et les organisations de la société civile. C'est en ce sens que se distingue l'espace des Comités de Bassin Hydrographique en tant que forum des caractéristiques appropriées pour obtenir l'élaboration de pactes qui incluent les différents acteurs sociaux. Dans ce forum, des représentants des pouvoirs publics municipaux, par exemple, peuvent et doivent chercher l'articulation nécessaire pour intégrer la gestion des ressources hydriques et de l'usage du sol, dont l'influence est directe sur la conservation de l'environnement et de la production économique, aussi bien locale que régionale.

La mise en marche d'un programme de gestion intégrée des ressources hydriques requiert, s'il veut réussir, l'articulation institutionnelle nécessaire pour obtenir une légitimité sociopolitique et l'élaboration de pactes qui impliquent les secteurs publics, privés et les organisations de la société civile.

Au cours du processus de son élaboration, le PNRH a impliqué près de 7000 personnes, la nécessité de souligner les actions de conservation qui favorisent l'intégrité des écosystèmes aquatiques, ainsi que les fonctions représentées par le rôle stratégique des forêts, des boisements et des unités de conservation en faveur de l'amélioration du régime hydrique. En outre, on a cherché dans ce processus à prendre en considération la nécessité d'intégrer les actions de conservation des sols

et de l'eau dans le cadre de la gestion de micro-bassins en milieu rural. Ces directives servirent de fondements au développement du sous-programme intitulé "conservation des sols et de l'eau – utilisation des micro-bassins en milieu rural". Ce sous-programme cherche à favoriser la gestion et la conservation intégrale du sol et de l'eau dans les micro-bassins en milieu rural, par le biais de l'adoption et de la diffusion de pratiques et de technologies conservacionnistes, la recomposition de zones de préservation permanente et de réserve légale, l'incitation à récupérer des zones dégradées et de faible capacité productive, des actions d'éducation environnementale dans les communautés rurales et la formation de techniciens et d'agriculteurs pour la gestion pratique, et une administration efficiente et durable des unités de production, entre autres thèmes.

Enfin, il est bon de mentionner que, grâce au PNRH, les écorégions² aquatiques brésiliennes ont été délinéées, comme une façon d'associer la gestion des ressources hydriques à la gestion de l'environnement, en prenant en compte les interactions caractéristiques entre sol et eau dans les différentes biomasses brésiliennes. Actuellement, le pays accroît ses efforts pour travailler à la caractérisation détaillée de ces sous-unités écorégionales.

Le programme EN CULTIVANT DE LA BONNE EAU: une expérience de gestion intégrée des ressources hydriques, de l'environnement et de la conservation des sols

Le méga-programme En Cultivant de la Bonne Eau est développé par l'Itaipú Binacional, gestionnaire de la Centrale Hydroélectrique de Itaipú³. En 2003 fut officiellement inclus dans la mission de l'Itaipú Binacional l'aspect de responsabilité sociale et environnementale, ce qui servit de base au développement de diverses actions, par le biais du programme, qui ont pour fins essentielles la gestion des bassins hydrographiques appliquée à la zone d'influence du barrage de retenue.

Le contrôle par moniteurs des conditions de l'eau effectué depuis 1982 dans la région d'influence du barrage d'Itaipú, le bassin hydrographique du fleuve Paraná III, a permis d'identifier les six principaux impacts environnementaux qui défiaient la mission menée par l'entreprise :

i) Sédimentation : à partir de l'interprétation des données, on estime que l'apport de sédiments à l'entrée principale du barrage atteint une moyenne annuelle de 6 à 7 millions de tonnes, avec une certaine variation d'une année à l'autre, dépendant de la plus ou moins grande incidence des orages en amont ;

ii) Eutrophisation causée par l'excès de nutriments minéraux et organiques provenant principalement de l'activité agricole, l'élevage de porcs et de volaille dans la région, ayant un impact négatif sur la qualité de l'eau dans les bras latéraux du barrage ;

iii) Présence de la moule dorée (*Limnoperna fortunei*) : espèce exotique de mollusque originaire d'Asie, qui arrive collée à la coque des bateaux, et dont la présence s'est vérifiée dans la majeure partie de la tuyauterie, des filtres et des systèmes de refroidissement des générateurs de la centrale ;

iv) Agrotoxiques : l'emploi intensif, abusif et irresponsable de ces produits dans l'agriculture et l'élevage est un facteur important de détérioration de l'eau et du sol dans la région du bassin, qui affecte la centrale hydroélectrique d'Itaipú et compromet le développement durable de l'économie et de la qualité de vie de la population dans cette région ;

v) Déboisement : disparition des forêts et des bois, essentiellement due à l'activité anthropique, à cause principalement de l'obtention de terres pour des cultures agricoles, des coupes effectuées pour l'élevage ou pour l'industrie du bois. Les impacts environnementaux causés par la déforestation sont divers, y compris l'émission de gaz à effet de serre ; et

vi) Usages multiples du barrage : sujet traité par le biais de l'engagement de la population vis

² La Convention sur la Diversité Biologique (CDB) présente l'approche écorégionale comme une composante importante du travail sur les écosystèmes, et prône son adoption dans l'élaboration de stratégies pour la conservation de la biodiversité et son usage durable.

³ Le barrage Itaipú a une puissance installée de 14.000 MW et produit 20% de toute l'énergie consommée au Brésil, et 95% de celle consommée au Paraguay, en tenant compte de ce qu'environ 60% du Produit Intérieur Brut (PIB) brésilien se base sur l'énergie provenant de cette centrale.

à vis de l'Itaipú et vice versa, dans une recherche de l'amélioration de la qualité de l'eau dans le barrage et des bassins hydrographiques qui l'approvisionnent.

Le programme En Cultivant de la Bonne Eau a pour objectif d'établir des critères et des conditions afin d'orienter les actions socio-environnementales liées à la conservation des ressources naturelles, centrées sur la qualité et la quantité de l'eau et sur la qualité de vie des personnes. Il s'agit d'un mouvement de participation permanente, dans lequel Itaipú Binacional, en plus d'atténuer et de corriger les dommages environnementaux les plus significatifs, travaille avec la société pour changer ses valeurs : manières d'être, de penser, de produire et de consommer, en se basant sur le soin apporté aux ressources naturelles et aux êtres vivants en général. La dénomination "En Cultivant de la Bonne Eau" souligne la nécessité de "cultiver" ou de prendre soin de l'eau, de même qu'on cultive le sol pour qu'il donne de bons fruits, pour qu'elle se maintienne en abondance et en qualité, aujourd'hui et pour toujours.

Le programme agit dans diverses thématiques par le biais du développement de programmes qui possèdent en eux-mêmes une grande transversalité, parmi lesquels les suivants :

i) Production de poissons dans nos eaux : favoriser la capacité nutritive et augmenter par la pêche professionnelle et sportive la production de protéine de valeur biologique par le développement de la pisciculture, favorisant ainsi le développement socioéconomique à responsabilité environnementale.

ii) Education environnementale : former les personnes et les groupes sociaux et leur faire prendre conscience qu'il faut construire des sociétés à développement durable, en définissant et en mettant en oeuvre un programme d'éducation environnementale continue, dans le but de parvenir à une culture de responsabilité sociale et d'engagement environnemental de la Itaipú Binacional.

iii) Biodiversité, notre patrimoine : y contribuer par l'entretien et l'amélioration de la variabilité gé-

nétique de la flore et de la faune sylvestres régional/couloir écologique. Le projet travaille actuellement à mettre en place un couloir écologique, qui inclut un chemin vert pour l'interconnexion entre le Parc National d'Iguaçu et le Parc National d'Ilha Grande. Résultats combinés : 23 000 000 de scions plantés dans les zones protégées ; 257,5 hectares préservés du Couloir de la Biodiversité Sainte Marie avec gestion forestière.

iv) Gestion par Bassins : En Cultivant de l'Eau-Esprit : réaliser les manoeuvres de conservation de l'eau et des sols pour la maîtrise des passifs et des aspects environnementaux dans les propriétés agricoles, en coopération avec les préfectures municipales, les propriétaires, les associations, les coopératives et autres acteurs.

v) Infrastructure efficiente et assainissement dans la région : travaux, services et maintenance de l'infrastructure d'appui à la production d'énergie, au-delà de l'assainissement basique sur le Barrage Hydroélectrique d'Itaipú et des zones mêmes de l'entité pour contribuer à l'amélioration de l'assainissement basique dans la région.

vi) Développement durable des segments vulnérables : cherche à créer les conditions pour améliorer la qualité de vie des segments de la société les plus défavorisés dans la région, notamment la population aux faibles revenus.

vii) Contrôle par moniteurs et évaluation environnementale : réalise des diagnostics et des évaluations environnementales du barrage et de la zone d'influence, dans le but de fournir des paramètres et des indicateurs qui orientent et vérifient les aspects environnementaux contrôlés par des actions qui sont développées dans la retenue et dans le bassin hydrographique.

viii) Développement Rural Durable : mener des actions complémentaires à celles du Gouvernement Fédéral, dans le but de parvenir à fixer la population rurale dans des lieux d'intérêt d'Itaipú Binacional, par le biais de programmes de production agricole à développement environnemental durable pour l'autoconsommation et pour en dégager des revenus. Lignes de travail : (a) Agriculture organique (b) Diversification agricole des propriétés rurales (c) Evaluation et développement de l'agriculture familiale.

Il faut noter que les résultats obtenus jusqu'à là, d'après les propres exécutants, sont dus à divers facteurs qui agissent de manière intégrale et interdépendante, parmi lesquels les suivants : i) décision de l'entreprise de faire sienne une nouvelle mission centrée sur la responsabilité environnementale et sociale ; ii) modèle de gestion environnementale, territoriale, donnant la priorité à la participation ; iii) structuration du méga-programme En Cultivant de la Bonne Eau pour servir de base à des documents planétaires ; iv) stratégies d'implantation/méthodologie ; v) compétence de l'équipe technique ; vi) ressources financières, matériaux et équipes ; vii) articulation pour implanter des sociétés de collaboration avec les producteurs ruraux et les autres acteurs de la zone d'influence. Soulignons que la gestion participative est considérée d'une importance fondamentale pour viabiliser sur le plan politique et technique toutes les sociétés de collaboration nécessaires ainsi que la méthodologie utilisée pour la gestion par bassins, en engageant la communauté et les associés (pactes) pour l'exécution consciente d'actions socio-environnementales, avant de signer les conventions avec les localités, dans lesquelles sont détaillées les contreparties nécessaires pour tous les participants.

16. CONSIDÉRATIONS FINALES

La planification du territoire doit rendre compatible de multiples objectifs sur un territoire déterminé, en garantissant le développement durable à court et long terme. Parmi ces objectifs, le développement économique et la productivité du territoire doivent être compatibles avec la conservation de la nature et des valeurs paysagères, et tous doivent avoir un usage rationnel des ressources hydriques. Pour préserver l'équilibre territorial, en particulier à grande échelle, une partie du territoire doit être consacrée aux écosystèmes naturels, et éventuellement aux forêts. Il n'y a probablement pas de réponse unique, universelle, à la question de savoir combien il faut de forêt. Néanmoins, certains auteurs suggèrent de consacrer entre 30 et 50% du territoire aux écosystèmes

naturels (Odum & Odum, 1972 ; Noss, 1992 ; Mosquin *et al.*, 1995). Dans tous les cas, les décisions concernant les changements d'usages des sols doivent tenir compte très soigneusement du degré de réversibilité de ces changements. Nombre de transformations dans les usages de la terre sont pratiquement irréversibles à l'échelle de temps écologique et humain, par exemple l'étanchéification du sol par des structures. D'autres transformations requièrent l'investissement d'immenses quantités d'énergie (et d'argent) pour être inversées, par exemple le déboisement de forêts autochtones. Dans les deux situations, il se produit une réduction des degrés de liberté dans les options futures de l'usage du territoire, ce qui amoindrit le développement durable. Dans les régions sèches, la désertification peut produire une dégradation irréversible des terres, engendrant des processus de rétro-alimentation positive entre la dégradation du sol et la sécheresse, ce qui a pour effet un pénurie croissante et permanente de l'eau.

A partir des XV et XVIe siècles, lorsque les peintres entreprirent de représenter le paysage, presque à chaque fois ils introduisirent l'eau et les forêts dans la scène, ainsi que des représentations d'idées-motifs religieux- y compris l'homme même (Fig. 14, paysage anthropomorphique). Puisse cette intégration entre spiritualité humaine et paysage avec eau et forêts se maintenir pour le plaisir des générations futures.

17. RÉFÉRENCES

- Acevedo M.F, J. Rosales, L. Delgado, M. Ablan, J. Davila, J. B. Callicott, M. Monticino. 2007 Modelos de interacción humano-ambiental: el enfoque de la Biocomplejidad Ecosistemas, 16(3): 55-67.
- Aema.2005. Corine land cover 2000 (CLC2000) vector by country
- Almeida, C.; Vorosmarty, C.J.; Hurtt, G.C.; Marengo, J.A.; Dingman, S.L.; Keim, B.D. (2007). The effects of deforestation on the hydrological cycle in Amazonia: a review on scale and resolution. In-

ternational Journal of Climatology, 27: 633-647.

Andreae, M.O.; Rosenfeld, D.; P. Artaxo, P.; Costa, A. A.; Frank, G. P.; Longo, K. M.; Silva Dias, M. A. F. (2004). Smoking rain clouds over the Amazon. *Science*, 303: 1342-1345.

Avissar, R.; Silva Dias, P. L.; Silva Dias, M. A. F.; Nobre, C. (2002). The Large-Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia (LBA): Insights and future research needs. *J. Geophys. Res.* 107 (D20): 54.1-54.6.

Azcón R. & Barea J. M. (1997) Mycorrhizal dependency of a representative plant species in Mediterranean shrublands (*Lavandula spica* L.) as a key factor to its use for revegetation strategies in desertification-threatened areas. *Applied Soil Ecology* 7: 83-92.

Bailly, A., Gautry, J.-Y., Carnus, J. :M., Ben Brahim, M. (2004) État de l'art sur l'épandage en forêt de boues de stations d'épuration urbaine et de boues de papeteries. Marché AFOCEL-ADEME N° 99 75060. INRA. 72 pp.

Bainbridge, D. A. (2007). *A Guide to Desert and Dryland Restoration*. Island Press, Washington, DC

Bainbridge, D.A. (2001). Buried clay pot irrigation. *Agricultural Water Management*. 48(2):79-88.

Bainbridge, D.A. and R.A. Virginia. (1990). Restoration in the Sonoran desert of California. *Restoration and Management Notes*. 8(1):1-14.

Bakkenes M, Alkemade R, Ihle F, Leemans R, Latour J B (2002). Assessing effects of forecasted climate change on the diversity and distribution of European higher plants for 2050. *Global Change Biology* 8 (4), 390-407.

Ballot, J., J. M. Ortiz de Urbina, A. Bonet, and J. R. Sanchez. 2002. The effects of treeshelters on the growth of *Quercus coccifera* L. seedlings in a semiarid environment. *Forestry* 75: 89-106.

Ballot, J., Sanchez, J.R., Chirino, E., Hernandez, N., Abdelli, F. and Martinez, J.M. (1999). Effect of different vegetation type cover on the soil water balance in semi-arid areas of south eastern Spain. *Phys. Chem. Earth (B)*, vol. 24 (4): 353-357.

Berbel, J, Gutiérrez, M, López, J. 2005 Herramientas para el análisis de escenarios de política en el regadío del Valle del Guadalquivir. *Revista española de estudios agrosociales y pesqueros*, ISSN 1575-1198, N° 205, 2005, pags. 65-98

Bosch, J.M. and Hewlett, J.D. (1982). A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. *J. Hydrol.* , 55: 3-23.

Bruijnzeel, L. (1990). Hydrology of moist tropical forests and effects of conversion: A state of knowledge review. UNESCO, Paris.

Calder, I.R. (2000). Forests and hydrological services: reconciling public and science perceptions. *Land Use and Water Resources Research* 2(2): 1-12.

Callaway R. M. (2007) Positive interactions and interdependence in plant communities. Springer Verlag, New York.

Cheng, S. y Wang, R., 2002. An approach for evaluating the hydrological effects of urbanization and its application. *Hydrological Processes*, 16:1403-1418.

Chirino, E., Milagrosa, A., Hernánadez, E.I., Matos, A. & Vallejo, V.R. (2008). Effects of a deep container on morpho-functiona characteristics and root colonization in *Quercus suber* L. seedlings for reforestation in Mediterranean climate. *Forest Ecology and Management* 256: 779-785.

Correia, F. W. (2006). Impacto das modificações da cobertura vegetal no balanço de água na Amazônia: um estudo com modelo de circulação geral da atmosfera (MCGA). *Revista Brasileira de Meteorologia*, 21: 153-166.

Correia, F.W.S.; Manzi, A.O.; Cândido, L.A.; Santos, R.M.N.; Pauliquevis, T. (2007). Balanço de umidade na Amazônia e sua sensibilidade às mudanças na cobertura vegetal. *Ciência e Cultura*, 59: 39-43.

Cortina, J., Navarro, R.M. & Del Campo, A.D. (2006). Evaluación del éxito de la reintroducción de especies leñosas en ambientes Mediterráneos. Chapter 1. In *Calidad de planta forestal para la restauración en ambientes Mediterráneos. Estado actual de conocimientos*. Cortina, J., Peñuelas, J.L., Puértolas, J., Vilagrosa, A., y Savé, R. (Coord.). Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

Cosgrove y Rijsberman, 2001. The making of the World water vision exercise. In Rijsberman, F. Ed. *World Water Scenarios: analysis* Earthscan, Londres.

De Luís, M., González-Hidalgo, J.C., Raven-tós, J., Sánchez, J.R. & Cortina, J. (2000). Spatial analysis of rainfall trends in the region of Valencia (east Spain). *Int. J. Climat.* 20(12): 1451-1469.

De Simón, E., Ripoll, M.A., Bocio, I., Navarro, F.B., Jiménez, M.N. y Gallego, E. (2004). Preparación del suelo en repoblaciones de zonas semiáridas. In: Vallejo, V.R. & Alloza, J.A. eds. *Avances en el estudio de la gestión del monte mediterráneo*, 161-193. Fundación CEAM, Valencia.

Dudley, N. and Stolton, S. (2005). Restoring water quality and quantity. In: Mansourin, S., Vallauri, D. and Dudley, N. eds. *Forest restoration in landscapes*. Pp. 228-232. Springer, New York.

Dumancic, D. and Le Houérou, H. N., 1980. *Acacia cyanophylla* Lindl. As supplementary feed for small stock in Lybia. In 'Browse in Africa. The current state of knowledge'. H.N. Le Houérou, ed. International Livestock Center for Africa. Addis Ababa.

Eck, T. F.; Holben, B. N.; Reid, J. S.; O'Neill, N. T.; Schafer, J.; Dubovik, O.; Smirnov, A.; Yamasoe, M.A.; Artaxo, P. (2003). High aerosol optical depth biomass burning events: a comparison of optical properties for different source regions. *Geophysical Research Letters*, 30(20): 2.035-2.048, doi: 10.1029/2003GL017861.

Ewel, J. J. and Putz, F. E., 2004. A place for alien species in ecosystem restoration. *Front. Ecol. Environ.* 2: 354-360.

Ferguson, B.K. (1994). *Stormwater infiltration*. Lewis Publ., 269 p. Boca Raton

Follmann, G. (1963). *Nordchilenische Nebeloa-sen*. UMSCHAU, Heft 4, 1010104.

Forti, M., Lavie, Y., Ben-Dov, Y., and Pauker, R., 2006. Long-term plant survival and development under dryland conditions in an experimental site in the semi-arid Negev of Israel. *J. Arid Environ.* 65: 1-28.

Fuentes, D., Valdecantos, A., Cortina, J. & Vallejo, V.R. (2007). Seedling performance in sewage sludge-amended degraded Mediterranean woodlands. *Ecol. Engineering* 31: 281-291.

Gangoiti, G., L. Alonso, M. Navazo, J. A. García, M. M. Millán, 2006: North African soil dust and European pollution transport mechanisms to America during the warm season: Hidden links

shown by a passive tracer simulation. *J. Geophys. Res.*, 111, D10109, doi: 10.1029/2005JD005941.

Garen, D., y Moore, D. 2005. Curve number hydrology in water quality modeling: uses, abuses, and future directions. *Journal of the American Water Resources Association*, 41(2):377-388, 2005.

Gómez-Aparicio L., Zamora R., Gómez J. M., Hódar J. A., Castro J., & Baraza E. (2004) Applying plant facilitation to forest restoration: a meta-analysis of the use of shrubs as nurse plants. *Ecological Applications* 14: 1128-1138.

Gonzalez-Barbera G., Martinez F., Alvarez J., Albaladejo J., & Castillo V. (2005) Short- and intermediate-term effects of site and plant preparation techniques on reforestation of a Mediterranean semiarid ecosystem with *Pinus halepensis* Mill. *New Forests* 29: 177-198.

Gracia C. A., Sabaté S. and Sánchez A. 2002. El cambio climático y la reducción de la reserva de agua en el bosque mediterráneo. *Ecosistemas* 2 <http://www.aet.org/ecosistemas/022/investigacion4.htm>

Hamelin, B., F. E. Grouset, P. E. Biscaye, A. Zindler, J. M. Prospero, 1989: Lead isotopes in trade winds aerosols at Barbados: The influence of European emissions over the North Atlantic. *J. Geophys. Res.*, 94, 16,243-16250.

Herbert, H., Eling, H.H. y Sánchez, M. (1999). Presas, canales y cajas de agua: la tecnología hidráulica en el Bajío mexicano

Holmes, J.W. and Wronski, E.B. (1982). On the water harvest from afforested catchments. In *Proceedings of the First National Symposium on Forest Hydrology*, Melbourne, 11-13 May 1982: 6p.

INPE. (2007). PRODES. [Accesible: <http://www.inpe.br/prodes>] [Acceso: 09/06/2008]

IPCC. 2007. *The Physical Science Basis. Fourth Assessment Report of Working Group I*, Solomon S., Qin D, Manning M, Marquis M. Averyt K, Tignor M.M.B. Miller H and Chen Z., editors, (Cambridge Univ. Press, Cambridge).

Jiménez, M.N., F.B. Navarro, M.A. Ripoll, I. Bocio, and E.De Simón, 2005. Effect of shelter tubes on establishment and growth of *Juniperus thurifera* L. (Cupressaceae) seedlings in Mediterranean semi-arid environment. *Annals Forestry Science* 72: 717-725.

Keeney, R.L., Raiffa, H., 1993. Decisions with Multiple Objectives. Cambridge University Press, Cambridge.

Kiviyi, J.K. y Sharma, T.C. (2002). Sand dams: source of water in arid and semi-arid lands of Kenya. In "Surface water hydrology", Singh, Al-Rashed y Sherif, eds. Pp:643-653. Balkema

Langford, K.J. (1976). Change in yield of water following a bushfire in a forest of *Eucalyptus regnans*. *J. Hydrol.*, 29: 87-114.

Lino, Clayton F. (2003). Águase florestas da Mata Atlântica: por uma gestão integrada. São Paulo,

Ludwig J. A. & Tongway D. J. (1996) Rehabilitation of semiarid landscapes in Australia. II. Restoring vegetation patches. *Restoration Ecology* 4: 398-406.

Ludwig, J.A. and Tongway, D. 1995. Spatial organisation of landscapes and its function in semi-arid woodlands, Australia. *Landscape-Ecology* 10 (1): 51-63.

Maestre, F.T., Bautista, S., Cortina, J., Bellot, J., (2001). Potential for using facilitation by grasses to establish shrubs on a semiarid degraded steppe. *Ecological Applications* 11 (6): 1641-1655.

Maestre, F.T., Cortina, J., Bautista, S., Bellot, J., Vallejo, V.R. (2003). Small scale environmental heterogeneity and spatio-temporal dynamics of seedling survival in a degraded semiarid ecosystem. *Ecosystems* 6: 630-643

Marengo, J.A. (2006). On the hydrological cycle of the Amazon Basin: a historical review and current state-of-the-art. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 21: 1-19.

Margalef, R. (1996). Apropiació de l'aigua epicontinental i cicle global. Quinzè Congrés de Metges i Biòlegs de Llengua Catalana (ed.). Llibre de Ponències, pp 35-46. Barcelona.

Mari Gowda, M.H. (1974). Dry orcharding. *The Lal Baugh* 19(1/2):1-85.

Mayor, A.G., (2008). El papel de la dinámica fuente-sumidero en la respuesta hidrológica, a varias escalas, de una zona mediterránea semiárida. Tesis doctoral, Universidad de Alicante.

Mayor, A.G., Bautista, S., Gimeno, T. (2002). Logging of burned pines and rill erosion in Mediterranean drylands. International Arid Lands Consortium Conference 'Assessing capabilities of soil and water resources in drylands: the role of infor-

mation retrieval and dissemination technologies', Tucson, Arizona, 20-23 October 2002.

Millán, M.M., M^a. J. Estrela, J. Miró, (2005). Rainfall Components Variability and Spatial Distribution in a Mediterranean Area (Valencia Region). *J. Climate*, 18, 2682-2705.

Mira Botella F. (1995) Repoblacion de las dunas de Guardamar del Segura. Memoria y láminas. (1929). In: pp. 1-12. Ilmo. Ayuntamiento de Guardamar del Segura, Guardamar del Segura.

MMA, 1998. Libro Blanco del Agua en España: Documento de Síntesis. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, 43 pp. Disponible en:

Molchanov, A.A. (1971). Cycles of atmospheric precipitation in different types of forests of natural zones of the USSR. In: P. Duvigneaud ed., Productivity of forest ecosystems. Proc. Brussels Symp., 1969 (Ecology and conservation, 4). pp 49-68. UNESCO. Paris.

Mondal, R.C. (1983). Salt tolerance of tomato grown around earthen pitchers. *Indian Journal of Agricultural Science* 53(5):380-382.

Monticino M., Acevedo M.F, Callicott J.B., Cogdill T., Lindquist C. 2007. Coupled Human and Natural Systems: A Multi-Agent Based Approach. *Environmental Modeling and Software*. 22:656-663.

Mosquin, T, Whiting, P.G. & McAllister, D.E. (1995). Canada's biodiversity: The variety of life, in status, economic benefits, conservation costs and unmet needs. Canadian Museum of Nature, Ottawa, Ontario.

Navarro, R.M., Villar-Salvador, P. and del Campo, A. (2006). Morfología y establecimiento de los plantones. Chapter 4. In Calidad de planta forestal para la restauración en ambientes Mediterráneos. Estado actual de conocimientos. Cortina, J., Peñuelas, J.L., Puértolas, J., Vilagrosa, A., y Savé, R. (Coord.). Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

Noss, R.F. (1992). The wildlands project. *Wild Earth Special issue*: 10-25.

Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE), 2006. Cambios en la ocupación del suelo en España. Implicaciones para la sostenibilidad. Ministerio de Fomento, Madrid. 485 pp.

Odum, E.P. & Odum, H.T. (1972). Natural areas as necessary components of man's total environ-

ment. *Proceedings of the North American Wildlife and Natural Resources Conference*, 37: 178-189.

Oliet, J., R. Navarro, and O. Contreras. 2003. Evaluación de la aplicación de mejoradores y tubos en repoblaciones forestales. Córdoba: Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

Oyama, M.D.; Nobre, C.A. (2004). A simple potential vegetation model for coupling with the simple biosphere model (SIB). *Revista Brasileira de Meteorologia*, 19: 203-216.

Pausas, J.G., Bladé, C., Valdecantos, A., Seva, J.P., Fuentes, D., Alloza, J.A., Vilagrosa, A., Bautista, S., Cortina, J. & Vallejo, V.R. (2004). Pines and oaks in the restoration of Mediterranean landscapes of Spain: New perspectives for an old practice – a review. *Plant Ecology* 171: 209-220.

Pearce, D. 1993. *Blueprint. Measuring Sustainable Development*, Earthscan, Nueva York.

Peñuelas J.; Lloret F.; Montoya R. 2001. Severe Drought Effects on Mediterranean Woody Flora in Spain. *Forest Science* 47: 214-218.

Piñol J, Lledó MJ & Escarré A. (1991). Hydrological balance of two Mediterranean forested catchments. *Hydrological Sciences Journal*, 36:95-107

Post, D., Jakeman, A., Littlewood, I., Whitehead, P., Jayasuriya M., 1996. Modelling land-cover-induced variations in hydrologic response: Picaninny Creek, Victoria. *Ecological Modelling*, 86: 177-182.

Prinz, D. (1999). Water harvesting in the Mediterranean. *Science for Peace Series*, 9: 295-314. UNESCO

Prospero, J.M., P.J. Lamb, 2003: African droughts and dust transport to the Caribbean: Climate change implications. *Science*, 302, 1024-1037.

Puigdefábregas, J and Mendizabal, T. (1998). Perspectives on desertification: Western Mediterranean. *Journal of Arid Environments* 39 (2): 209-224.

Pulido Bosch, A. y Ben Sbih, Y. 1995. Centuries of artificial recharge on the southern edge of the Sierra Nevada (Granada, Spain). *Environ. Geol.*, 26: 57-63.

Querejeta I., Allen M. F., Alguacil M. M., & Roldan A. (2007) Plant isotopic composition provides insight into mechanisms underlying growth sti-

mulation by AM fungi in a semiarid environment. *Functional Plant Biology* 34: 683-691.

Querejeta, J.I., Barberá, G.G., Granados, A., and Castillo, V.M. (2008). Afforestation method affects the isotopic composition of planted *Pinus halepensis* in a semiarid. *Forest Ecology and Management* 254: 56-64.

Roose E., Kabore V., & Guenat C. (1999) *Zai Practice: A West African traditional rehabilitation system for semiarid degraded lands, a case study in Burkina Faso*. *Arid Soil Res.Rehab.* 13: 343-355.

Rose, S. y Peters, N. 2001. Effects of urbanization on streamflow in the Atlanta area (Georgia, USA): a comparative hydrological approach. *Hydrological Processes*, 15:1441-1457.

Santos Pereira, L. (2004). Combating desertification: Water conservation and water saving issues in agriculture. In: Enne, G., Peter, D., Zanolla, C. and Zucca, C. eds. *The MEDRAP Concerted Action to support the Northern Mediterranean Action Programme to Combat Desertification*. Workshops results and proceedings, pp 138-159. NRD, Sassari.

Savoie, D.L., J. M. Prospero, S. J. Oltmans, W. C. Graustein, K. K. Turekian, J. T. Merrill, H. Levy, 1992: Source of nitrate and ozone in the marine boundary layer of the tropical North Atlantic. *J. Geophys. Res.*, 97, 11,575-11589.

Savoie, D.L., R. Akimoto, W.C. Keene, J.M. Prospero, R.A. Duce, J.N. Galloway, 2002: Marine biogenic and anthropogenic contributions to non-salt sulphate in the marine boundary layer over the North Atlantic Ocean. *J.Geophys.Res.*, 107(D18), 4356, doi:10.1029/2001JD000970.

Sawaf, H.M. (1980). Attempts to improve the supplementary irrigation systems in orchards in some arid zones according to the root distribution patterns of fruit trees. pp. 252-259. In *Rainfed Agriculture in the Near East and North Africa*. FAO, Rome, Italy.

Schelesinger, W.H. (1997). *Biogeochemistry. An analysis of global change*. Second Edition. Academic Press. San Diego.

Schemenauer, R.S. and P. Joe (1989). The collection efficiency of a massive fog collector. *Atmospheric Research*, 24, 53-69.

Schemenauer, R.S., C.M. Banic and N. Urquiza

(1995). High elevation fog and precipitation chemistry in Southern Quebec, Canada. *Atmos. Environ.*, 29, No. 17, 2235-2252.

SERI - Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. 2004. The SER International Primer on Ecological Restoration. www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International.

Shachori, A.Y. and Michaeli, A. (1965). Water yields of forest, maquis and grass covers in semi-arid regions: a literature review. In F. D. Eckardt ed. *Méthodologie de l'écophysiologie végétale* pp. 467-477, UNESCO, Paris.

Shiek'h, M.T. and B.H. Shah. (1983). Establishment of vegetation with pitcher irrigation. *Pakistan Journal of Forestry* 33(2):75-81.

Silva, D. A. da, S.A. de Silva and H.R. Gheyi. (1985). Viability of irrigation by porous capsule method in arid and semi-arid regions. pp. 753-764 In *Transactions 12th Congress on Irrigation and Drainage*. International Commission on Irrigation and Drainage, New Delhi, India.

Steinitz, Carl, H. Arias, S. Bassett, M. Flaxman, T. Goode, T. Maddock, D. Mouat, R. Peiser, and A. Shearer. 2003., *Alternative Futures for Changing Landscapes: The Upper San Pedro River Basin in Arizona and Sonora*, Island Press, Washington, D.C. 2003

Twery, M.J. y Hornbeck, J.W. (2001). Incorporating water goals into forest management decisions at a local level. *Forest Ecology and Management* 143 (2001) 87-93. Elsevier.

Ulbrich, U., T. A. Brücher, A. H. Fink, G. C. Leckebusch, A. Krüger, G. Pinto, 2003: The central European floods of August 2002: Part 2 - Synoptic causes and considerations with respect to climatic change. *Weather*, 58, 371-377.

Valdecantos, A., Cortina, J. & Vallejo, V.R. (2006). Nutrient status and field performance of tree seedlings planted in Mediterranean degraded areas. *Annals of Forest Science* 63: 249-256.

Valdecantos, A., Fuentes, D. & Cortina, J. (2004). Utilización de biosólidos para la restauración de ecosistemas mediterráneos. In *Avances en el Estudio de la Gestión del Monte Mediterráneo*. (V.R. Vallejo y J.A. Alloza, Eds.). Pp. 313-344. Fundación CEAM, Valencia.

Valladares, F., Vilagrosa, A., Peñuelas, J., Ogaya, R., Camarero, J.J., Corcuera, L., Sisó, S. and Gil-Pelegrín, E. (2004). Estrés hídrico: ecofisiología y escalas de la sequía. In: *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante* (F. Valladares, ed.). Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

Vallejo, V.R. & Alloza, J.A. (1998). The restoration of burned lands: The case of eastern Spain. In: *Large Forest Fires*. J.M. Moreno ed., pp 91-108. Backhuys Publ., Liden.

Vallejo, V.R., Aronson, J., Pausas, J. & Cortina, J. (2006). Restoration of Mediterranean Woodlands. Chapter 14 in *Restoration Ecology*. The New Frontier. J. Van Andel and J. Aronson (Eds.). 193- 207. Blackwell Publ., Oxford.

Vallejo, V.R., Bautista, S. & Cortina, J. (1999). Restoration for soil protection after disturbances. In: *Life and Environment in the Mediterranean*, L. Trabaud ed., 301-343, WIT Press, Southampton.

Vallejo, V.R., Serrasolses, I., Cortina, J., Seva, J.P., Valdecantos, A. & Vilagrosa, A. (2000). Restoration strategies and actions in Mediterranean degraded lands. In: *Desertification in Europe: mitigation strategies, land-use planning*. G. Enne, Ch. Zanolla and D. Peter eds. EC DG XII, Environment and Climate programme, 221-233, Brussels.

Van Wesemael, B., Poesen, J., Benet, A.S., Barrionuevo, L.C., and Puigdefábregas, J. (1998). Collection and storage of runoff from hillslopes in a semi-arid environment: Geomorphic and hydrologic aspects of the aljibe system in Almería Province, Spain. *Journal of Arid Environments* 40 (1): 1-14.

Vörösmarty, C.J. y Sahagian, D., 2000. Anthropogenic disturbance of terrestrial water cycle. *BioScience* 50 (9), 953-765.

Wear, D.N., Turner, M.G., Naiman, R.T., 1998. Land cover along urban-rural gradient: implications for water quality. *Ecological Applications*, 8(3), 619-630.

Zanini, L., and Ganade, G. (2005) Restoration of Araucaria forest: the role of perches, pioneer vegetation, and soil fertility. *Restoration Ecology* 13: 507-514.

CONCLUSIONS

La forêt attire-t-elle la pluie ? Interactions entre usages des sols et climat régional.

L'Amazonie est un mélange d'eau et de forêt, qui par son extension agit comme une bouche d'égout pour le carbone à échelle planétaire. Par sa grande extension et son haut contenu en eau, des modifications substantielles de ses forêts affecteraient la circulation régionale et globale, et le régime climatique.

Le déboisement effectué dans les états de Rondonia et Matto Grosso occasionne actuellement une modification du patron climatique de la production de pluies, à l'échelle aussi bien locale que globale.

Des pertes entre 20-40% de la forêt provoquent des hausses de 1 à 2,5°C des températures de l'air, réduisent l'évapotranspiration de 15 à 30%, et diminuent la pluie entre 5 et 20%.

On apporte un modèle de fonctionnement du système climatique de la Méditerranée et de ses relations avec le climat régional et global. On propose un modèle de circulation atmosphérique dans les zones méditerranéennes, avec des patrons de circulation qui expliquent l'apparition ou non des pluies dans la zone côtière méditerranéenne par des changements dans les usages du sol, et par leurs relations avec les précipitations extrêmes d'Europe Centrale, ou même dans la zone de l'Atlantique Nord.

Sous le régime des brises en Méditerranée, les masses d'air marin en été réclament souvent un supplément d'eau pour engendrer des précipitations sur les montagnes proches de la côte. Le fait que, du point de vue de ses dimensions, ce supplément d'eau puisse être apporté par l'évapotranspiration de la bande côtière offre une référence pour orienter la gestion des usages du sol qui pourrait avoir des répercussions sur le régime des pluies.

L'altération des usages du sol et le déboisement peuvent avoir des conséquences sur les mécanismes climatiques à diverses échelles.

Optimiser les entrées d'eau

Notons qu'aussi bien dans le milieu rural que dans le milieu urbain, il existe de nombreuses structures qui peuvent être employées pour recueillir et canaliser les eaux de précipitations et de ruissellement, en augmentant l'infiltration.

Les digues et les gravières sont efficaces pour la rétention et pour l'infiltration de l'eau, puisqu'à moyen terme 29% des précipitations s'infiltrant.

Quant à l'efficacité, l'infiltration est plus importante dans les gravières que dans les digues, mais les deux s'avèrent être des structures efficaces pour augmenter l'infiltration et la recharge des aquifères.

Le captage des eaux de brouillard d'altitude est un système viable, qui a fait ses preuves dans de nombreuses parties du monde, engendre de l'eau potable et s'avère soutenable à long terme.

Le captage des brouillards est un complément aux entrées par précipitations, qui devient fondamental dans des zones de faibles entrées de pluie verticale.

Le brouillard peut être géré pour engendrer de nouvelles entrées et utilisé pour augmenter les surfaces boisées, qui à leur tour agissent comme des capteurs et produisent une augmentation progressive de l'eau disponible dans une zone.

La forêt réduit-elle les ressources hydriques consommatoires ou les améliore-t-elle par le biais de la régulation hydrologique des bassins ? : Comment gérer la planification des forêts dans une perspective multifonctionnelle ?

L'évapotranspiration potentielle en conditions méditerranéennes est approximativement le double des précipitations.

Un gramme de C fixé par photosynthèse requiert une transpiration d'eau de 500 g.

Dans les bois clairs et les clairières, l'évapotranspiration est constante, indépendamment du nombre de pieds par hectare.

L'évapotranspiration absorbe plus de 90% de l'eau des précipitations. Elle est, par conséquent, le paramètre le plus important à prendre en compte dans la gestion de la forêt.

La capacité d'infiltration et le temps de permanence de l'eau dans le bassin sont les paramètres essentiels pour garantir le flux de base dans les rivières.

La restauration forestière dans la perspective de lutte contre la désertification.

La gestion de la transpiration pour retenir, en partie, dans le sol et la végétation mêmes qui la produisent, l'eau de pluie, peut contribuer à développer un modèle de gestion de la forêt méditerranéenne.

La modification de l'albédo par la végétation peut affecter les caractéristiques des masses d'air et, éventuellement, le régime d'humidité locale.

Les programmes de restauration requièrent le plus possible d'informations sur la caractérisation de la qualité de la plante, en intégrant les meilleures variétés et provenances qui peuvent différer notablement quant à leur efficacité dans l'usage de l'eau, des techniques de préparation du terrain peu agressives afin d'augmenter la capture du ruissellement, en utilisant les connaissances sur les interactions entre plantes et sur les effets de l'hétérogénéité spatiale; l'utilisation de tubes protecteurs pour le conditionnement micro-climatique du scion et l'amélioration de la fertilité du sol par le biais d'amendements organiques modérés.

En conditions désertiques on dispose, dans la pratique du boisement (paysagisme et culture), de techniques traditionnelles actualisées pour l'arrosage local en toutes petites quantités et à très faible coût économique.

Options de planification du territoire pour optimiser les ressources hydriques.

La préoccupation existant dans la communauté scientifique, les organisations sociales et les déclarations politiques vis à vis du mauvais usage et des limitations des ressources hydriques ne correspondent pas à la réalité des actions au niveau local, régional et global.

Il existe des outils d'appui à la gestion (connaissances scientifiques, modèles, bases de données, indicateurs évolutifs, scénarios estimés) qui peuvent rendre plus effectif un nouveau modèle de développement plus en accord avec une gestion rationnelle des ressources hydriques.

Il faut une cohérence, aujourd'hui inexistante, entre les différents instruments de gestion et les différentes administrations et réglementations qui affectent les décisions et les actions sur les ressources hydriques.

L'impact des politiques sur les ressources hydriques

La gestion de l'eau doit être coordonnée et cohérente avec les politiques d'usage du territoire, et avec les politiques énergétiques et environnementales.

La participation citoyenne et des organisations publiques locales doit être garantie au cours de l'élaboration des instruments de gestion des ressources hydriques.

Les politiques de programmes de développement rural doivent inclure la compensation des services environnementaux rendus par les habitants du milieu rural.

La diversification des activités, non exclusivement agraires, est une ligne de progrès qui laisse un espoir de maintien des revenus pour les agriculteurs.

AUTEURS ET COLABORATEURS

Acevedo, M. Programa de Ingeniería Biológica y Ambiental, Universidad del Norte de Texas, Denton Texas 76203 EEUU

Bellot, J.F. Departamento Ecología, Facultad de Ciencias. Universidad Alicante.

Bosco Senra, J. Director de Recursos Hídricos, Secretaría de Recursos Hídricos y Ambiente Urbano, Ministerio de Medio Ambiente, República Federativa del Brasil

Botey, J. Secretario General de Arco Forestal Mediterráneo Europeo (ARCMED)

Cortina, J. Departament d'Ecologia. Universitat d'Alacant i Institut Multidisciplinari per a l'Estudi del Medi, Universitat d'Alacant. Ap. 99 E-03080 Alacant, España

Gómez Orea, D. Doctor Ingeniero Agrónomo. Universidad Politécnica de Madrid

González Alonso, S. Catedrático de la Universidad Politécnica de Madrid (España). Área de Proyectos de Ingeniería.

Gracia, C. Departamento de Ecología, Facultad de Biología, Universidad de Barcelona y CREA, Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals, UAB

Kirketerp, C. Press Officer. European Commissioner for Agriculture and Rural Development

Luizao, F. Brazilian Institute for Amazonian Research (INPA), Manaus (Brasil)

Millán, M. Director Ejecutivo. Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM)

Prieto, F. Departamento de Ecología, Universidad de Alcalá.

Pulido, A. Catedrático de Hidrología. Universidad de Almería.

Ramírez, J.J. Alliant International University, San Diego (California)

Rojo, L. Jefe de Servicio y Coordinador del Programa de Acción Nacional contra la Desertificación. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Ruiz de la Torre, J. Profesor Emérito, Universidad Politécnica de Madrid

Schemenauer, R. Director Ejecutivo de FogQuest y Profesor Adjunto de Thompson Rivers University

Steinitz, C. Professor of Landscape Architecture and Planning. Universidad de Harvard

Vallejo Calzada, R. Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM)

LA PLANIFICATION DU FUTUR DE L'EAU ET DE LA TERRE: AU NIVEAU MONDIAL? AU NIVEAU RÉGIONAL? AU NIVEAU LOCAL?

Carl Steinitz
Conférence magistrale

Le thème central de cette semaine à EXPO Zaragoza est le rapport entre l'eau et la terre. J'ai organisé de nombreuses études relatives à l'aménagement du paysage et collaboré avec des hydrologues et des économistes de l'eau de renommée mondiale. L'eau a toujours été une question centrale, représentant souvent la principale restriction des politiques et des planifications potentielles. Mon expérience m'amène à poser une question cruciale qui sera l'axe de ce débat : à quel niveau devons-nous planifier le futur des terres, de leurs habitants et de leurs ressources ?

Au niveau local ? Au niveau régional ? Au niveau mondial ? À tous les niveaux ? Simultanément ? Ou de quelle manière ? Et à ces niveaux, les planifications respectives sont-elles complémentaires ou au contraire sont-elles antagonistes ?

Comme disait Galilée: "De nombreux mécanismes qui fonctionnent à petit échelle ne donnent aucun résultat à grande échelle"

La citation de Galilée et ce diagramme résument mon exposé.

CS. 2002



Size and numbers matter

Diversity
Feeds
Centrality

The narrower
the outer
bands,
the more
authoritarian
it seems

Centrality
guides
diversity

The narrower
the inner
bands,
the more
chaotic
it seems.

The balancing concept
is RISK, and this is
a tension both in
decision making and education.

ANILLO – BANDA CENTRAL			
Global	Mundial	Laws	Leyes
Earth	Tierra	Principles	Principios
Humanity	Humanidad	Phys. Sciences	Ciencias Físicas
Singularity	Singularidad	Treaty	Tratado
Stability	Estabilidad		
ANILLO – BANDA INTERMEDIA			
Regional	Regional	Regions	Regiones
Nation	Nación	Nations	Naciones
River basin	Cuenca hidrográfica	Hypotheses	Hipótesis
Watershed	Vertiente	Models	Modelos
Landscape	Paisaje	Social Sciences	Ciencias Sociales
[illegible]	[Ilegible]	Hydrologists	Hidrólogos
Tribe	Tribu	Movement	Movimiento
Ecosystem	Ecosistema	Politics	Política
ANILLO – BANDA EXTERIOR			
Local	Local	Places	Lugares
Individual	Individuo, persona	Individuals	Individuos, personas
Group	Grupo	Ideas	Ideas
Client	Cliente	Projects	Proyectos
Customer	Cliente	Arts	Artes
Family	Familia	Diversity	Diversidad
[illegible]	[Ilegible]	Interaction	Interacción
House	Casa	Experience	Experiencia
Garden	Jardín		
Park	Parque		
Scheme	Plan		
Village	Pueblo		
Child	Niño		
Size and numbers	Tamaño y cantidades	Matter	Materia
Diversity ... centrality	La diversidad ... la centralidad		
The narrower the outer bands, the more authoritarian it seems		Cuanto más estrechas son las bandas exteriores, más autoritario parece.	
Centrality guides diversity		La centralidad guía a la diversidad	
The narrower the inner bands, the more chaotic it seems.		Cuanto más estrechas son las bandas interiores, más caótico parece.	
The balancing concept is RISK, and this is a tension both in decision making and education.		El concepto equilibrador es el RIESGO, y constituye una tensión tanto en la educación como en la toma de decisiones.	

Steinitz, Carl, H. Arias, S. Bassett, M. Flaxman, T. Goode, T. Maddock, D. Mouat, R. Peiser, and A. Shearer. 2003., *Alternative Futures for Changing Landscapes: The Upper San Pedro River Basin in Arizona and Sonora*, Island Press, Washington, D.C. 2003

EFFETS DU DÉBOISEMENT EN AMAZONIE SUR LE RÉGIME DES PLUIES ET DE L'ÉVAPOTRANSPIRATION

Flávio Luizão, Carlos Nobre, Antonio Manzi,
Paulo Artaxo et Francis Correia

RÉSUMÉ:

En Amérique du Sud, l'Amazonie représente 7 millions de kilomètres carrés, constitués dans leur majeure partie par une dense forêt humide et tropicale qui représente une source énorme d'évapotranspiration et qui affecte considérablement les régimes de pluies de la région. Ces dernières années, les nouvelles découvertes du Projet LBA (actuellement le Programme de Recherche sur les Interactions Biosphère-Atmosphère en Amazonie) ont confirmé et mieux expliqué la fonction de la forêt comme régulateur vital du cycle régional de l'eau, en plus de celui de toute l'Amérique du Sud.

La forêt émet une grande quantité de composés organiques volatiles (COV) qui contribuent à la production de nuages artificiels et relativement chauds, très efficaces dans le déclenchement des pluies dans la région. Le déboisement à grande échelle peut altérer gravement ce mécanisme et modifier largement les processus de formation de nuages et de pluies avec des effets dans d'autres

régions voisines ou même lointaines. La région amazonienne fonctionne comme un centre important de redistribution de la vapeur d'eau qui entre dans le bassin en provenance de l'Océan Atlantique, en régulant ainsi en partie la répartition annuelle des pluies dans les régions au centre et au sud du Brésil et aussi de l'Amérique du Sud.

Par ailleurs, les changements climatiques et environnementaux à grande échelle affectent le régime des pluies en Amazonie, comme l'a illustré le phénomène d'El Niño, plus fréquent dans les dernières années, et la forte sécheresse amazonienne en 2005.

MOTS CLÉS:

Services de l'écosystème forestier, changement climatique, cycle hydrologique en Amazonie, nuages et pluies amazoniennes.

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET LE CYCLE DE L'EAU DANS LE SUD DE L'EUROPE: LA FONCTION DES SEUILS ET LES PROCESSUS RÉTROACTIFS

Millan M. Millan

RÉSUMÉ:

Autour de la mer Méditerranée nous pouvons trouver des déserts et des conditions semi-désertiques très proches d'une mer chaude et, par conséquent, d'une masse atmosphérique marine à haute teneur en humidité, par exemple les côtes du Maroc, d'Algérie, de la Tunisie, de la Libye et d'Almería dans le sud-est espagnol. Ces régions étaient recouvertes de végétation à l'époque historique, c'est à dire pendant l'Empire romain et, dans le cas d'Almería, il y a seulement 150 ans, avant que les bois soient utilisés pour les mines de plomb et comme combustible. La question est : ont-ils alors déclenché des processus rétroactifs avec l'élimination des bois ? Les résultats de dix-sept Projets de Recherches de la Commission Européenne (reconnaisances) indiquent que tel pourrait être le cas.

Ce travail montre que le système hydrologique de cette région est très sensible aux changements territoriaux et aussi, plus récemment, aux effets de la contamination de l'air. Les deux peuvent se combiner pour dépasser les niveaux de seuil critique, c'est à dire la hauteur des niveaux de condensation des nuages par rapport à la hauteur des chaînes montagneuses côtières. Cela donne comme résultat la perte des orages d'été et oriente le climat régional vers la désertification et la sécheresse. Dans le Bassin Méditerranéen Occidental la vapeur d'eau non précipitée revient et s'accumule

sur la mer à des hauteurs qui dépassent 5 000 m, pendant des périodes de 3 à 10 jours en été.

De plus, les modifications et les perturbations du cycle hydrologique dans n'importe quelle partie du bassin pourraient se propager dans tout le bassin et les régions adjacentes et, en dernière instance, atteindre le système climatique mondial, par le fait d'autres mécanismes, qui supposent :

(1) une augmentation de la cyclogénèse méditerranéenne en automne-hiver à cause du réchauffement accumulé (effet de serre) à la surface de la mer par la vapeur d'eau et les agents contaminants (ozone) qui s'accumulent sur la mer,

(2) l'envoi de vapeur accumulée vers d'autres régions au terme de chaque cycle d'accumulation-recirculation de 3-10 jours, qui peut contribuer à des inondations d'été en Europe Centrale et de l'Est, et

(3) des changements dans l'équilibre évaporation-précipitations sur la Méditerranée, ce qui augmente sa salinité et active la valve de salinité Atlantique-Méditerranée.

MOTS CLÉS:

Réalimentations climatiques, Sécheresse, Cycle hydrologique, Climat méditerranéen.

TECHNIQUES POUR AUGMENTER LA RECHARGE DES AQUIFÈRES DANS LES RÉGIONS SEMI-ARIDES

Antonio Pulido-Bosch et Wenceslao Martín-Rosales

RÉSUMÉ:

Nous présentons les principales méthodes potentielles de recharge des aquifères dans les régions semi-arides. La pénurie des ressources hydriques dans les régions semi-arides s'accompagne souvent de brèves périodes de précipitations très intenses qui peuvent engendrer des inondations potentiellement catastrophiques. Dans ces zones-là, l'eau de ruissellement peut être captée pour la recharge des aquifères et offrir une précieuse contribution à la prévention des inondations et à la gestion des ressources hydriques. Nous présentons une étude réalisée dans le sud-est espagnol où l'on calcule la recharge provenant de

plusieurs digues, ainsi que celle de diverses gravières creusées pour fournir du gravier destiné aux serres. Les gravières sont situées dans les zones au sommet des cônes de déjection que présentent les unités hydrogéologiques qui sont largement surexploitées, ce qui fait qu'elles sont bien placées pour leur usage comme recharge artificielle. L'étude démontre la haute efficacité hydrogéologique de ces gravières pour cette fonction. .

MOTS CLÉS:

Digues, recharge des aquifères, gravières creusées, modélisation hydrologique.

LE BROUILLARD: UNE SOURCE DURABLE D'EAU POUR LES PERSONNES, LES FORÊTS ET LA RESTAURATION FORESTIÈRE

Robert S. Schemenauer

RÉSUMÉ:

Le brouillard est une part naturelle du cycle hydrologique et, de même que les précipitations, offre une source d'eau vitale pour toute la vie. Sa contribution à l'apport en eau dans un emplacement déterminé peut varier de 0% à presque 100% dans certains environnements désertiques de haute altitude. Le brouillard se compose de petites gouttes d'eau de 1 à 40 μ m de diamètre. Les diamètres habituels des gouttes sont d'environ 10 μ m. Certains types d'arbres sont efficaces lorsqu'il s'agit de recueillir ces petites gouttes de brouillard que transporte le vent. Elles se fusionnent sur les feuilles pour former des gouttes plus grosses et tombent ensuite au sol. Dans les zones de forêt d'altitude élevée,

dans des latitudes tempérées, ce processus peut fournir entre 20 et 50% des apports en eau à un écosystème. L'organisation humanitaire FogQuest utilise des filets qui ont été sélectionnés exprès pour recueillir l'eau du brouillard dans les environnements arides, afin d'approvisionner en eau les communautés pour des usages domestiques, agricoles et forestiers. Dans ce rapport seront présentées les actions antérieures concernant la collecte de brouillard et quelques applications actuelles.

MOTS CLÉS:

Brouillard, collecte de brouillard, désert, hydrologie forestière.

INTÉGRATION DE LA PRODUCTION D'EAU DANS LES CRITÈRES DE GESTION FORESTIÈRE.

MULTIFONCTIONNALITÉ ET CONDITIONS PRÉALABLES

Leopoldo Rojo Serrano

RÉSUMÉ:

Les besoins croissants de la consommation de la ressource de l'eau, ajoutés aux prévisions d'une aridité plus forte qui laisse présager un changement climatique dans de vastes zones, sont à l'origine d'un regain d'intérêt vis à vis du rôle des forêts dans la production d'eau. Après presque un siècle d'expérimentation sur le terrain, nous savons que la diminution de la densité de la couverture arborée conduit à des augmentations de la quantité d'eau évacuée par le bassin en des proportions considérables. La complexité de la phase superficielle du cycle hydrologique et la nécessité de considérer l'influence des couvertures forestières sur le régime hydrologique, en plus du fait que ce sont les débits d'étiage, et non les maxima ni les débits moyens, qui déterminent la capacité de ce régime à satisfaire un approvisionnement, ajoutent une nouvelle dimension à l'analyse de la question. Ce à quoi on devrait répondre par un effort de recherche supplémentaire. La nécessité de sauve-

garder la qualité de l'eau et la protection du sol, jointe à la persistance de l'écosystème forestier, constituent les conditions préalables fondamentales à toute action orientée vers l'augmentation de la production d'eau.

La diversité des usages et des demandes concernant les forêts déterminent des perspectives de gestion multifonctionnelle. D'après les connaissances actuelles il est cependant possible d'étudier des approches de gestion forestière admissibles, qui considèrent l'eau comme produit principal. Certains critères de départ pour leur discussion sont donnés à la Tribune de l'Eau de l'EXPO 2008 de Saragosse.

MOTS CLÉS:

Hydrologie, gestion forestière, production d'eau, protection du sol.

LA PRODUCTION D'EAU DÉPEND DE LA COMPENSATION ENTRE L'EAU ET LE CARBONE DANS LES ÉCOSYSTÈMES FORESTIERS

Carlos Gracia

RÉSUMÉ:

La régulation de l'eau et du carbone entre la végétation et l'atmosphère est un processus biosphérique fondamental, avec des processus réactifs face au système physique à diverses échelles spatio-temporelles (Claussen 1998; Houghton et al. 1998; Waring and Running 1998; Prentice et al. 2001). Un élément clé des cycles eau/carbone comprend la fixation du dioxyde de carbone atmosphérique (CO_2) au moyen de la photosynthèse et de sa libération par le biais de la respiration autotrophique et hétérotrophique. L'échange net des écosystèmes (NEE) est l'absorption ou la libération nette de carbone par les écosystèmes terrestres.

Le cycle terrestre de l'eau inclut les précipitations qui s'introduisent dans la végétation en provenance de l'atmosphère et leur recyclage vers l'atmosphère par le biais de l'évapotranspiration (l'évaporation des surfaces humides et la transpiration par les stomates) et le ruissellement vers les lacs et les océans.

La division des précipitations entrantes en évapotranspiration et ruissellement est déterminée en partie par le climat (Monteith and Unsworth 1990) et en partie par des facteurs comme l'Indice de Surface Foliaire (LAI), la structure de couverture et les propriétés hydrauliques de la végétation et du sol. Les cycles de l'eau et du carbone sont intimement liés, puisque les réponses des stomates contrôlent simultanément la transpiration et l'absorption de CO_2 et parce que la décomposition microbienne est fortement dépendante des conditions d'humidité du sol, étant donné que l'excès comme la pénurie d'eau réduisent l'activité microbienne.

MOTS CLÉS:

Cycle de l'eau, absorption de carbone, efficacité de l'usage de l'eau, coût de maintenance et formation de tissus vivants.

COUVERTURE VÉGÉTALE ET EAU

Juan Ruiz de la Torre

RÉSUMÉ:

Le vaste thème des rapports entre végétation et ressources hydriques est exposé de manière synthétique.

On fait référence à la position de la couverture végétale dans la biosphère et à son caractère complexe qui lui confère une valeur indicative, en plus d'autres valeurs et fonctions. Les types de végétation sont caractérisés par les formes de vie dominantes, dépendantes des types de climat et modifiées par les traitements auxquels elles sont soumises.

Parmi les fonctions de la végétation qui affectent les disponibilités en eau, en voici par exemple quelques-unes :

- Modification de l'albédo ou taux d'énergie incidente reflétée, maximale dans le cas des forêts denses.
- Régulation du ruissellement de surface, conditionnée par le relief, mais croissant avec la taille, la densité et la rigidité de la végétation.
- La couverture végétale est un égout pour le carbone, un régulateur du climat et un réducteur de ses changements.
- L'injection d'eau dans l'atmosphère par photosynthèse et transpiration signifie une dépense

consommatoire de l'eau, mais peut contribuer d'une certaine façon à l'augmentation des précipitations, cas étudié par le CEAM.

- Le sol mûr constitue une banque hydrique édaphique, régulatrice de la consommation d'eau.

- La réduction de l'érosion par la densification des couvertures a des influences bénéfiques sur la qualité de l'eau et sur le fonctionnement durable des systèmes de régulation et de transfert.

- Rétention de la poussière atmosphérique, avec un apport de nutriments au sol et une aide à la végétation.

- Pertes d'eau par sublimation des neiges, considérablement réduite dans le cas d'un boisement dense, en dessous de la timber line, question habituellement non prise en compte dans la planification des ressources en eau.

- Rôle négatif des incendies de forêts et effets de leur récurrence.

- Action de la faune et conséquences des charges excessives.

- Conséquences des changements dans la répartition sectorielle de la population sur l'exploitation des ressources renouvelables et forte réduction des dépenses énergétiques, l'élevage extensif et l'agriculture marginale.

La conclusion porte sur les types de végétation protectrice et l'origine de la restauration par phases.

SYSTÈMES D'ARROSAGE PLUS EFFICIENTS POUR DES RESTAURATIONS DANS LES DÉSERTS ET LES ZONES SÈCHES

David A. Bainbridge et Jose Javier Ramirez Almoril

RÉSUMÉ:

Un des plus grands défis pour l'agriculture, l'agroforesterie, les ressources forestières et la restauration en général est de créer des plantations et des cultures dans des zones sèches de manière saisonnière ou permanente. C'est un défi qui augmente en importance au fur et à mesure que le changement climatique crée de nouvelles zones arides et provoque des épisodes de pluie sporadiques. Bien que de nombreuses et vastes zones du monde continuent d'être contrôlées par un petit nombre de propriétaires aux ressources limitées, ces méthodes au faible coût qui peuvent les aider à diminuer les pertes ont été oubliées par les études scientifiques et par les programmes internationaux de développement. Les systèmes d'arrosage par goutte à goutte sont bien connus, mais d'autres méthodes alternatives d'arrosage qui pourraient

fonctionner à la perfection n'ont pas été suffisamment étudiées ou publiées. Parmi elles on trouve : les tubes profonds, les pots en argile enterrés, les capsules poreuses, les mèches, les tuyaux d'arrosage poreux et l'irrigation souterraine par des tubes perforés. Ces méthodes demandent beaucoup moins d'eau et, en plus, fonctionnent bien dans les zones à forte pente. De plus, elles réduisent drastiquement la croissance des mauvaises herbes parce que l'eau parvient exclusivement au plant.

MOTS CLÉS:

Irrigation, efficience, tube profond, pot en argile enterré, mèche, capsule poreuse, tuyau d'arrosage poreux, tube perforé, zone reculée, pentes, sécheresse.

OPTIONS POUR OPTIMISER L'USAGE DE L'EAU DANS LES PLANTATIONS

Jordi Cortina Segarra

RÉSUMÉ:

L'écologie de la restauration prétend récupérer les écosystèmes qui ont été endommagés, dégradés ou détruits. Sur les terrains non irrigués, la restauration passe normalement par l'implantation d'une couche végétale protectrice qui réduira la vulnérabilité de l'écosystème face aux perturbations et la tension. Dans les dernières décennies d'importantes avancées ont été faites pour améliorer le succès de la plantation par le biais d'une sélection d'espèces et de génotypes adéquats, avec

la production de plantes de pépinières de haute qualité et la création de micro-habitats favorables à l'établissement des semis, la gestion des interactions biotiques et la planification du paysage. Nous rappelons ici quelques-unes de ces avancées en commentant certains défis à venir.

MOTS CLÉS:

Restauration écologique, efficience dans l'usage de l'eau, modèles d'état et de transition, écotechnologie, facilitation.

MODÉLISATION DES CHANGEMENTS DE COUVERTURE DU TERRITOIRE ET LEURS CONSÉQUENCES HYDROLOGIQUES

Miguel F. Acevedo et Howard Redfearn

RÉSUMÉ:

Les changements d'usage du territoire dans les bassins hydrographiques sont des actions humaines prédominantes qui affectent le comportement de la quantité et de la qualité de l'eau dans les bassins. Les principaux facteurs sont des changements dans la perméabilité du sol, le déplacement du sol et les changements de couverture végétale. Une pratique commune a voulu que la réalisation de ces changements a été souvent planifiée sans précaution, c'est à dire sans tenir compte des effets potentiellement négatifs sur les ressources en eau. Les avancées réalisées dans les modèles hydrologiques fournissent un outil qui permet d'anticiper les possibles effets des dits changements. Plus encore, le développement des modèles de prise de décision multi-agent combinés aux modèles hydrologiques apportent une méthodologie qui

permet d'inclure les multiples acteurs humains dans les changements d'un bassin. Dans cet article nous présentons deux exemples de modèles appliqués à un bassin dans le centre nord de l'état du Texas aux Etats-Unis d'Amérique du Nord. Dans le premier exemple est décrite l'application d'un modèle hydrologique pour la planification de l'usage du territoire, et dans le second est décrit l'usage d'un modèle multi-agent pour comprendre la dynamique du processus de changements d'usage du territoire. Le modèle présenté dans le second exemple peut utiliser les résultats du modèle présenté dans le premier exemple. De cette manière on obtient une vision intégrée.

MOTS CLÉS:

Modèles, bassins, usage du territoire.

PROSPECTIVE 2030 SUR LES CHANGEMENTS D'OCCUPATION DES SOLS EN ESPAGNE ET LEURS IMPACTS SUR LE CYCLE HYDROLOGIQUE: QUELQUES IDÉES POUR UN DÉVELOPPEMENT DURABLE FUTUR.

Fernando Prieto et Paloma Ruiz

RÉSUMÉ:

Le développement de différents scénarios d'occupation du sol est fondamental pour l'analyse des effets prévisibles sur le cycle hydrologique. Les zones artificielles et les cultures d'irrigation sont les responsables d'un impact plus important sur le cycle hydrologique, à cause de la demande et du déversement en eau. Selon la façon qu'on aura de développer à l'avenir ces types d'occupation du sol, différents effets se produiront sur le cycle hydrologique. Trois scénarios ont été développés pour 2030:

(1) "Tendanciel", qui maintient la tendance de changements d'occupation observée entre 1987 et 2000 d'une augmentation de la surface artificielle et des cultures de terres irriguées ;

(2) "Mad Max", qui accélère ces tendances, combinées à une surexploitation de l'eau, et

(3) "Technogarden", qui prévoit une stabilisation des ces surfaces associée à un développement de technologies, en soutien à la connaissance et au maintien des processus écologiques.

On observe le caractère non durable des tendances actuelles dans l'usage de l'eau dû à la forte augmentation de la demande par rapport à des ressources limitées. On souligne la nécessité pour la société d'arriver en 2030 à un scénario optimal, durable ou "Technogarden" afin de garantir la disponibilité en eau pour la population et les écosystèmes, particulièrement dans les conditions prévisibles de changement climatique.

On illustre la forte relation entre les changements d'occupation du sol et le cycle hydrologique, et l'on conclut que, malgré les incertitudes inséparables de la prospective et de la création de scénarios, ce sont des outils utiles et préventifs, nécessaires à la future planification conjointe des usages de l'eau et du sol.

MOTS CLÉS:

Changements d'occupation et d'usage du sol, cycle hydrologique, irréversibilité des processus, surface artificielle, irrigation, demandes hydriques, nouvelles technologies, principe de précaution, impact sur le développement durable, planification conjointe.

LA GESTION DES RESSOURCES HYDRIQUES, ENVIRONNEMENTALES ET L'USAGE DU SOL AU BRÉSIL: RÉFLEXIONS, ANTÉCÉDENTS POLITIQUES ET LÉGISLATION, ET ASPECTS POUR L'INTÉGRATION.

João Bosco Senra

L'eau est le sang de la Terre (sagesse indigène)

RÉSUMÉ:

Plusieurs impacts négatifs observés sur les corps d'eau ont pour origine l'usage inadéquat et l'occupation du sol, engendrés par la pression croissante sur les ressources naturelles sans respecter la capacité qu'ont celles-ci à pouvoir la supporter. Face à une telle situation, il faut que les pouvoirs publics et la société, par un pacte solidaire, cherchent les solutions à cette problématique, en tenant compte de l'importance d'avancer

dans des cadres légaux et institutionnels, et de rechercher des synergies entre les différentes politiques publiques, en particulier celles qui traitent de l'usage et de l'occupation du sol, de la gestion des ressources hydriques et de la gestion environnementale pour son application pratique et au bénéfice équitable de tous les citoyens. En ce sens, cet article présente, de manière brève et objective, les avancées et les défis qui caractérisent le Brésil dans la recherche de l'articulation de ces questions.

Semaine Thématique 2

EAU ET VILLE

[Règles des gouvernements locaux
pour le développement durable]

Document de synthèse⁴

Coordinateur: Francisco Javier Celma Celma

L'AUGMENTATION DE LA POPULATION URBAINE

Environ 3% de la surface terrestre est occupée par des zones urbaines, les plus grandes concentrations se situant le long des côtes et des couloirs fluviaux. L'étroite relation entre l'eau comme ressource vitale et l'eau comme moyen de transport a fait que les eaux continentales et les couloirs fluviaux ont pris de l'importance dans la détermination de l'organisation spatiale et dans la répartition des agglomérations urbaines.

Au XXe siècle, la population urbaine mondiale a décuplé, alors que la population rurale, qui a également augmenté, a seulement doublé. La majeure partie de la population urbaine réside dans des villes de plus de 500 000 habitants, avec 20 mégapoles de plus de 10 millions d'habitants.

Aujourd'hui, les villes continuent d'être des pôles d'attraction qui engendrent de grands flux migratoires à la recherche de possibilités de travail, de stabilité, d'éducation, de relations... Pourtant, les structures mêmes des villes, du point de vue urbain, économique et social, sont incapables d'offrir des solutions adéquates à ces flux migratoires.

En 2030, d'après les estimations des Nations Unies, 3 milliards de personnes vivront en milieu rural alors que 5 milliards résideront dans des villes ou à leurs alentours.

Dans la seconde moitié du vingtième siècle, la majeure partie de la croissance mondiale de la population urbaine s'est faite dans des pays aux revenus moyens ou faibles, et il est probable qu'au cours des vingt ou trente prochaines années ce phénomène s'observe plus intensément dans les zones urbaines d'Afrique, d'Asie et d'Amérique latine.

La concentration de la demande en eau dans les zones urbaines ajoute une dimension très localisée à ces tendances démographiques plus larges. Là où l'usage de l'eau excède la capacité de la distribution locale, la société dépend des sources de captage externes et des infrastructures associées (barrages, conduites, canaux...) pour transporter l'eau sur de longues distances, ou bien de l'extraction des eaux souterraines, les deux pratiques étant insoutenables à long terme.

De nombreuses villes importantes ont dû extraire ou transporter de l'eau douce de bassins hydrographiques très éloignés, du fait que les sources d'approvisionnement locales ne couvraient plus les besoins ou bien qu'elles étaient conta-

⁴Document élaboré à partir des exposés écrits, présentations orales, discussions tout au long du déroulement des séances et leur compilation préparée par les modérateurs, rapporteurs et coordinateur avec l'aide de l'équipe de la Tribune de l'Eau.

minées. Paradoxalement, cette situation n'affecte pas seulement des villes à l'économie moyenne ou pauvre mais aussi certaines à l'économie pourtant plus saine.

En l'an 2000, plus de 900 millions d'habitants des zones urbaines dans les pays aux revenus moyens ou faibles vivaient dans des banlieues, sans disposer d'un accès à la distribution d'eau potable ou bien avec des dotations insuffisantes, ou sans les garanties nécessaires d'hygiène et de santé, alors qu'en Espagne la consommation d'eau pour chaque espagnol s'élève à 178 litres par jour.

Il semble donc nécessaire de repenser les modèles de croissance urbaine, leurs nécessités anaboliques et cataboliques, les sources de captage, les infrastructures, les systèmes de traitement, les politiques tarifaires... en définitive les formes de gouvernement de la gestion urbaine de l'eau. Nous ne pouvons pas nous affronter aux défis du XXI^e siècle avec des solutions du passé. C'est cette ligne de réflexion qui orientera le travail au cours de la semaine thématique "Eau et Ville. Règles des Gouvernements Locaux pour le Développement Durable".

CADRE DE RÉFÉRENCE

La Conférence de Rio de 1992 sur le développement et l'environnement, organisée par les Nations Unies, est le point d'inflexion qui définit et établit les principes généraux à caractère universel de la politique environnementale. Il faut notamment souligner la valeur de la Déclaration de Rio de Janeiro sur l'environnement et le développement (définition du concept de développement durable) avec 27 principes qui sont, aujourd'hui, internationalement reconnus et développés dans des proportions bien diverses par les Etats Nationaux. Pourtant, dans cette conférence, il n'est pas fait explicitement référence à l'eau ni à aucune autre ressource naturelle particulière.

Rio a mis en lumière le fait qu'aucun problème environnemental ne se présente de manière isolée et, par conséquent, qu'on ne peut pas s'affronter à le résoudre si l'on ne développe pas des politiques intégrales destinées à traiter les causes qui le provoquent et dans le cadre de la perspective internationale.

C'est le Conseil Européen qui, en 1968, a établi la Charte de l'Eau en définissant les principes essentiels de la gestion de la ressource, préambule au "Plan d'Action sur l'Eau" à Rio de la Plata en 1977.

Il faut souligner l'importance du Sommet Mondial sur le développement durable de Johannesburg en septembre 2002, qui recèle certains accords spécifiques cités dans le Plan d'Implémentation, nous nous référons à :

- réduire de moitié la part de la population sans accès à l'eau ni à l'assainissement pour l'année 2015 (points 7.° et 24.°).
- développer des stratégies de gestion intégrée du sol, de l'eau et des ressources vivantes (point 23.°).
- développer pour l'année 2005 des plans intégrés de gestion des ressources hydriques.
- renforcer la recherche sur les thèmes de l'eau (point 27.°).
- renforcer la coordination entre les organismes internationaux qui travaillent sur les thèmes de l'eau (point 28.°).

Dans la Déclaration Ministérielle de 2003 à Kyoto, trois principes sont reconnus comme prioritaires dans l'action sur l'eau : la bonne gouvernance, la capacité constructive et le financement. En relation avec la gouvernance, l'information et la participation des agents sociaux ainsi que la nécessité de respecter les principes de récupération des côtes d'un point de vue financier et la collaboration entre le public et le privé qui permet de faire face aux nombreux investissements, sont des questions importantes dans l'optique des nouveaux défis.

Le rôle que doivent jouer les gouvernements locaux pour répondre aux objectifs de développement durable est explicité dans l'article 28 de l'AGENDA 21 approuvé à la conférence de Rio : *“Les autorités locales se chargent de la création, du fonctionnement et de la maintenance des infrastructures économiques, sociales et écologiques, supervisent les processus de planification, établissent les politiques et les réglementations écologiques locales et contribuent à l'exécution des politiques environnementales au plan national et infra-national. Par leur caractère d'autorité plus proche du peuple, ils remplissent une fonction très importante dans l'éducation et la mobilisation du public en faveur du développement durable”*.

L'embryon de cette semaine thématique se trouve dans la “Charte d'Aalborg” signée le 27 mai 1994 dans la ville qui lui a donné son nom. Ce document souligne le rôle fondamental que jouent les villes et leurs gouvernements dans le développement durable de la planète, en tenant compte du fait que 80% de la population européenne vit dans des zones urbaines. Dix ans plus tard, suite au “Plan d'Action de Lisbonne – De la Charte à l'Action” (1996), à l’ “Appel d'Hanovre aux leaders et gouvernants municipaux européens face au XXI^e siècle” (2000) et à la “Conférence Aalborg + 10 – Inspiration pour le Futur” (2004). C'est là, entre autres, sous l'épigraphe “biens naturels communs”, qu'est inscrit l'engagement vis à vis de l'eau : *“améliorer la qualité de l'eau, économiser l'eau et en avoir un usage plus efficient”*.

Les contenus de cette semaine thématique tournent autour de divers axes : l'efficacité de l'eau dans les villes ; le paysage urbain ; le rôle de la société civile ; l'incertitude et le changement climatique ; et, finalement, le rôle des réseaux de villes. C'est en ce sens que l'on propose de substituer le cliché de “gestion de la demande d'eau” par l'expression de “gestion des limites”, ce qui oblige à définir des objectifs clairs et à concevoir des politiques et des actions qui nous permettent de nous préparer et de nous adapter au changement climatique.

AXES THÉMATIQUES

Le premier axe, EFFICIENCE DE L'EAU DANS LES VILLES, inclut les aspects suivants : le rôle des nouvelles technologies, les bonnes pratiques urbaines et les systèmes de tarifs. Concrètement, il s'agit d'examiner en profondeur en quoi les nouvelles technologies relatives aux compteurs numériques, à la conception de réseaux, aux systèmes de potabilisation de l'eau ou aux systèmes d'épuration, entre autres, permettent d'améliorer la gestion de l'eau. Les nouvelles technologies avancent dans plusieurs directions : par exemple la conception de modèles qui permettent entre autres d'identifier quelles conduites, quand et comment on doit les restaurer ou les rénover, en cherchant la réduction systématique des pertes dans la distribution, par diverses méthodes qui tentent d'économiser et de réduire la consommation domestique –comme c'est le cas des citernes de capacité réduite, de l'emploi d'appareils électroménagers efficaces..., ou les nouvelles technologies d'arrosage efficace pour les jardins publics, par exemple ; et même l'utilisation des eaux grises chaque fois que cela est possible.

Par ailleurs, la conception de nouveaux systèmes de tarifs a l'ambition, en plus de la récupération des coûts du service de distribution d'eau, que de tels coûts soient partagés entre les usagers, afin d'obtenir une répartition efficace de l'eau entre ses différents usages et en minimisant l'impact environnemental négatif. Les systèmes tarifaires ne peuvent qu'être différents selon les divers environnements socioéconomiques. C'est pourquoi il ne faut pas s'attendre à ce que les technologies et les tarifs en vigueur dans les différentes villes soient les mêmes ; c'est bien plutôt le contraire, chaque ville devra développer ses meilleures pratiques en ajustant les politiques de l'eau au territoire et à ses économies locales pour atteindre un usage efficace de l'eau.

Il est important de comprendre la différence entre valeur et prix. La valeur de l'eau est déterminée par son importance environnementale, paysagère

et socioculturelle et la gamme très large de bénéfices économiques directs et indirects qu'elle offre. Le prix de l'eau est ce qu'elle coûte à l'utilisateur. D'autre part, le coût de l'eau au sens strict –comme ressource– correspond au coût d'opportunité de son usage ; c'est à dire à la valeur à laquelle on renonce en devant se passer de son meilleur usage alternatif (y compris ses fonctions environnementales). Même si, dans la pratique, l'eau à usages urbains inclut, en plus, les coûts liés au processus de distribution d'eau potable et au traitement postérieur des eaux résiduelles. Différencier ces concepts est un premier pas essentiel pour comprendre le rôle que joue l'évaluation économique dans la gestion et la gouvernabilité de l'eau, et, à la fois, pour garantir un accès équitable à la ressource de l'eau, en satisfaisant les besoins des personnes les plus défavorisées de la société.

Dans le cas des sociétés qui ont des ressources, les appareils de mesure intelligents prennent une importance particulière : ils ne mesurent pas seulement l'eau utilisée mais indiquent aussi comment elle a été consommée, de nouveaux systèmes tarifaires pouvant être développés si des consommations anormales ou des mauvaises pratiques sont détectées, ainsi que la localisation des fuites.

Enfin, dans la recherche de l'efficacité, un débat de fond porte sur la participation du secteur privé dans le service d'approvisionnement et d'assainissement de l'eau. L'expérience dans quelques villes a donné autant de résultats positifs que de négatifs dans les différents modèles de gestion. Il faut comprendre que ce qui doit primer n'est pas le schéma adopté mais que celui-là même soit géré avec des critères d'honnêteté, d'équité et de qualité dans la gestion du service en s'ajustant à tout moment aux conditions territoriales, environnementales et socioéconomiques locales.

Le second axe, MODÈLES DE VILLE, tourne autour de l'influence que le schéma urbanistique choisi a sur la gestion de l'eau. Des villes dispersées et diffuses requièrent des systèmes de réseaux plus complexes qui, finalement, sont

plus vulnérables et plus difficiles à maîtriser que les systèmes correspondant aux villes compactes. Pourtant, le principal problème est l'énorme pouvoir d'attraction que continuent d'avoir les villes et qui a pour conséquence l'augmentation constante de la population. Les villes restent des points de dynamisme économique, d'échange culturel, de relations humaines ; elles restent des pôles d'attraction pour d'importants flux migratoires. De plus, toutes les tendances actuelles au niveau mondial prévoient que dans les prochaines années ce processus va s'intensifier, notamment autour des zones côtières. Le fort développement qui a lieu actuellement dans les villes asiatiques ou, plus proche de nous, autour de la Méditerranée, en est le constat. Ce processus se produit, en général, sans tenir compte le moins du monde des principes élémentaires d'aménagement du territoire ni de la disponibilité des ressources hydriques qui doivent satisfaire la demande de ces villes, ce qui peut avoir un grave impact environnemental. Cela oblige à devoir réaliser de gros travaux d'infrastructure pour amener la ressource en eau de lieux éloignés, rendant la sécurité même des réseaux de plus en plus coûteuse et vulnérable.

La question est la suivante : si le point de départ –la gestion de l'eau dans les villes– est exclusivement de caractère hydraulique, nous serons difficilement en condition de nous attaquer aux grands problèmes des agglomérations urbaines du futur.

Avec le troisième axe, SYSTÈMES D'INDICATEURS URBAINS, on analyse les différentes méthodes actuelles de suivi dans la gestion de l'eau douce dans les villes. Un défi crucial est de pouvoir identifier ou développer des systèmes d'indicateurs qui nous fournissent l'information adéquate pour la prise de décisions.

Il existe actuellement différents systèmes de mesure qui, du point de vue académique, sont impeccables mais qui ne donnent pas de réponses objectives aux réalités des agglomérations urbaines. L'effort doit se porter sur la recherche

d'indicateurs plus réalistes et plus simples qui permettent aux gestionnaires urbains de pouvoir fixer les politiques et s'ajuster aux réalités des divers contextes.

En ce sens, il existe une nouvelle génération d'indicateurs qui tentent de se rapprocher des principes de développement durable en proposant comme principe, tiré du Club de Rome, de faire plus avec moins de ressources. L'augmentation de la richesse (PIB) ou la croissance de la population ne doivent pas faire augmenter la consommation d'eau. Nous développons actuellement cette expérience à Saragosse.

Le quatrième axe, PAYSAGE ET VILLE, se réfère, en premier lieu, à l'importance de l'eau comme ressource environnementale, esthétique et de loisir, en tenant compte, en autres questions, du rôle des rivières, des lacs ou de la restauration des rives. Par ailleurs, on s'arrêtera sur les larges possibilités de l'utilisation de la jardinerie dans des environnements urbains et nous verrons comment cette dernière peut s'adapter aux caractéristiques climatiques propres de la ville.

L'utilisation de plantes à faible consommation d'eau (jardins secs) et les toits de verdure sur les bâtiments aident à créer des microclimats et à améliorer l'isolation thermique des édifices. Tout cela, en plus des nouvelles technologies qui permettent d'ajuster l'arrosage aux besoins vitaux de chaque plante, permet de réaliser des économies conséquentes dans les jardins et les espaces verts publics et privés.

Le cinquième axe, LE RÔLE DE LA SOCIÉTÉ CIVILE dans les pays développés et dans les pays pauvres, insiste sur l'importance de ce qu'on nomme habituellement le troisième secteur, dans ses deux aspects. En premier lieu, sa capacité d'agir comme véhicule de transmission aux citoyens, pour tout ce qui concerne les problèmes actuels et leurs possibles solutions. En second lieu, son influence sur les gens afin de leur faire prendre

conscience qu'ils devraient modifier leurs habitudes et leurs pratiques.

On ne peut pas vraiment comprendre la société moderne actuelle sans parler du rôle si important que jouent les ONG. Elles ne représentent pas seulement la conscience sociale de la planète mais exigent également leur participation et celle de la société civile conjointement à celle des gouvernements locaux dans le but de résoudre les problèmes actuels.

Le sixième axe, L'INCERTITUDE ET LE CHANGEMENT CLIMATIQUE, analyse comment les usages de l'eau doivent s'ajuster aux changements attendus.

Il y a une confusion habituelle entre le changement climatique et la variabilité du climat. Le changement climatique est associé au réchauffement global ; c'est un changement à long terme dû à des facteurs naturels et, comme on le reconnaît aujourd'hui, aux activités humaines.

Il faut analyser les possibles réponses adéquates que les villes peuvent donner face aux scénarios de changement climatique, leur incidence sur la ressource de l'eau, les protocoles d'action dans des cas extrêmes, sécheresses, inondations. Même s'il est difficile de concevoir un modèle qui permette de savoir comment va évoluer le changement climatique et quelles répercussions il peut avoir sur les ressources hydriques, il faut bien cependant analyser certaines mesures, qui peuvent être considérées comme de bonnes pratiques en tant qu'elles permettent de prévenir les effets adverses auxquels on peut s'attendre.

Dans tous les cas, les villes doivent adopter le principe de précaution et anticiper une série de programmes d'adaptation en prévision des conséquences possibles qui pourraient dériver du changement climatique.

Le septième axe thématique se réfère au rôle des RÉSEAUX DE VILLES et, en particulier, à la question de savoir dans quelle mesure le partage des expériences peut contribuer à améliorer les règles des gouvernements locaux concernant l'usage durable de l'eau. L'objectif est de favoriser la participation citoyenne et de rediriger la recherche scientifique vers les zones qui seront d'une plus grande utilité ; en définitive, là où elle peut servir à ceux qui prennent les décisions concernant la gestion de l'eau ou à ceux qui sont affectés de quelle que manière que ce soit par ces décisions. Et tout cela de telle sorte que ces bonnes pratiques que certaines villes seront capables de développer puissent être adaptées et transférées à d'autres villes.

Dans cette ligne on peut citer l'expérience de SWITCH –projet mené par l'UNESCO et financé par l'Union Européenne– qui regroupe 4 continents et s'appuie sur une trentaine d'Universités ; l'expérience de Saragosse comme ville économe en eau –initiative lancée par la Fondation Ecologie et Développement et par la Mairie de Saragosse ; ou les expériences de City Alliance , entre autres.

Tout au long de la semaine thématique ces axes ont été développés sur la base d'expériences concrètes dans différentes villes pour montrer comment, en fonction des besoins, on a développé peu à peu des procédures afin de trouver des solutions.

En conséquence de ce qui précède, une réflexion surgit nécessairement : comment seront les villes de demain ? Serons-nous capables de produire une pensée en accord avec les exigences du XXI^e siècle sans commettre les erreurs du XX^e ? Les nouvelles technologies seront-elles suffisantes ? Ce qui revient à dire qu'il faut envisager des modèles économiques, de vie et de consommation différents.

La semaine thématique se termine par une discussion autour du document "Istanbul Urban Water Consensus" en collaboration avec le World Water Council comme préparation de

l'engagement par lequel on souhaite que différentes villes du monde décident, à l'occasion du V Forum Mondial de l'Eau en mars 2009 à Istanbul, de s'engager à mener des politiques de gestion durable de l'eau en milieu urbain.

La célébration de la Semaine Thématique a eu lieu du 25 au 28 juin 2008 et a vu la participation de 43 intervenants et 2 modérateurs. A partir de leurs conférences et des débats qui en ont résulté avec un public expert, en plus des documents qu'ont rédigés le rédacteur et les modérateurs des tables rondes, nous avons élaboré les conclusions et les propositions suivantes.

CONCLUSIONS ET PROPOSITIONS

Les villes et/ou agglomérations urbaines se comportent comme un organisme vivant, avec des besoins anaboliques (eau, énergie et aliments) et des conséquences cataboliques (résidus solides, eaux usées, etc.).

Les villes, par conséquent, développent un métabolisme urbain, dans lequel les activités humaines se situent au centre des flux d'énergie et de matières premières, non pas comme des composantes statiques mais comme le point où se produisent des altérations rapides et radicales, formant un système instable mais avec une capacité de réaction dans laquelle l'eau et l'air jouent un rôle indispensable.

Par principe, tout système fonctionnel est dynamique parce qu'il opère dans un environnement changeant. Compte tenu de l'existence de flux constants de relations entre un système et son environnement, le système identifie les changements externes et entame des processus d'adaptation à ces derniers. Evidemment, les villes n'échappent pas à cette dynamique même si elles présentent certaines particularités : de même que le corps hu-

main peut vivre pendant quelques secondes sans respirer, trois jours sans boire de l'eau ou plusieurs semaines sans ingérer d'aliments, les systèmes urbains ont une faible capacité de réaction dans un air de mauvaise qualité ou face au manque d'eau. De cette manière, la distribution d'eau apparaît comme un élément essentiel de la vie des villes.

L'Agenda 21 Local introduit l'analyse systémique pour affronter les problèmes actuels et à venir, en envisageant l'efficacité globale des écosystèmes urbains et leurs relations avec les environnements proches ou lointains. Le développement durable ne permet pas de traiter indépendamment les objectifs de développement économique, de cohésion sociale et de qualité environnementale.

Le modèle urbain retenu a une grande influence sur la gestion de l'eau : les villes dispersées et diffusées requièrent des systèmes de réseaux complexes qui sont plus vulnérables et plus difficiles à maîtriser que ceux correspondant aux villes compactes.

Pourtant, le principal problème est l'énorme pouvoir d'attraction que continuent d'avoir les villes et qui a pour conséquence l'augmentation constante de la population. Les villes restent des points de dynamisme économique, d'échange culturel, de relations humaines ; elles restent des pôles d'attraction pour d'importants flux migratoires.

De plus, toutes les tendances actuelles au niveau mondial prévoient que dans les prochaines années ce processus va s'intensifier, notamment autour des zones côtières. Le fort développement qui a lieu actuellement dans les villes asiatiques ou, plus proche de nous, autour de la Méditerranée, en est le constat.

Ce processus se produit, en général, sans tenir compte le moins du monde des principes élémentaires d'aménagement du territoire ni de la disponibilité des ressources hydriques qui doivent satisfaire la demande de ces villes, ce qui peut avoir un grave impact environnemental et provoquer

également de fortes tensions sociales.

Tout cela oblige à devoir réaliser de gros travaux d'infrastructure pour amener l'eau de lieux éloignés, rendant la sécurité même des réseaux de plus en plus coûteuse et vulnérable. En ce sens, le critère de proximité de la ressource de l'eau apporte plus de garanties pour le fonctionnement des réseaux urbains.

La question est la suivante : si les décisions relatives à la gestion de l'eau sont prises exclusivement du point de vue de l'ingénierie hydraulique, nous ne serons pas en condition de pouvoir garantir un modèle de l'eau durable et persistant pour les agglomérations urbaines.

Le milieu rural fournit des aliments qui utilisent de grandes quantités d'eau avec les activités agricoles et d'élevage, indispensables pour le métabolisme urbain. Ceci, ajouté à la lente réduction des débits qu'on observe dans certains bassins hydrographiques et à l'incertitude que laisse planer le changement climatique, nous conduit à repenser les modèles de croissance et de consommation de nos villes, où la gestion de la demande passe au second plan derrière la gestion des limites de la ressource de l'eau, ce qui oblige à appliquer avec une grande force le principe de précaution dans la prise de décisions sur la planification, aussi bien des villes et de leurs alentours que du milieu rural. Il faut réenvisager les modèles de consommation et certaines habitudes alimentaires.

En plus de tout ce qui précède, il faut ajuster la ressource de l'eau disponible au développement territorial et à la réalité socioéconomique existant dans chaque région.

La nouvelle planification urbaine ne doit pas être un pur prolongement de l'actuelle, mais doit au contraire amener un changement substantiel, tant de concept que de manière d'agir, pour que les villes avancent en s'améliorant et non pas dans le sens d'un développement non durable.

Au fil de l'histoire, et sur les territoires d'établissement humain les plus divers, l'homme a toujours su résoudre ses problèmes de besoins en eau. Aujourd'hui, en revanche, malgré les avancées technologiques, il semble difficile de résoudre les problèmes hydriques à l'ordre du jour, surtout dans les moyennes et grandes villes du monde en voie de développement. De plus, les villes dans le monde développé évoluent à une vitesse inférieure aux avancées scientifiques et technologiques dans l'optique d'une amélioration de leurs indices de profit efficient des eaux dans l'environnement urbain. Au vu de l'ensemble, on en conclut que

- Un modèle de gestion durable de l'eau dans les villes réclame nécessairement une nouvelle façon de gouverner dans laquelle l'information serait rigoureuse, complète et ajustée aux citoyens sur tout ce qui concerne la gestion de l'eau : ce doit être une des lignes fondamentales des politiques de gouvernement.

- L'information doit être l'élément substantiel qui favorisera des processus de participation dans lesquels non seulement seront impliqués les groupes ou les collectifs sociaux les plus affectés, mais par lesquels on créera également des débits adaptés afin que les citoyens puissent être des acteurs du changement. En ce sens, l'utilisation des nouvelles technologies de l'information, comme les pages web, sont de bons outils pour favoriser ces processus.

- Les ONG peuvent et doivent développer un rôle important, non seulement comme colonne vertébrale de la société civile, mais aussi comme instigatrices de politiques et d'actions plus en rapport avec les principes de développement durable.

- Les autorités locales doivent chercher des formules consensuelles dans les processus de participation qui permettent de définir des objectifs à court, moyen et long terme de réduction de la consommation en eau, autant au niveau global qu'individuel.

- Comme conséquence des processus antérieurs, il est également nécessaire que les villes disposent d'un système d'indicateurs qui permettent d'évaluer les avancées ou non des objectifs établis au préalable. Parmi les caractéristiques principales

de ces indicateurs, il faut mettre en valeur ceux qui sont adéquats et utiles à la réalité territoriale et socioéconomique des villes, résistants dans le temps, qui fournissent une information précise et simple qui puisse nous permettre de connaître l'évolution et d'évaluer de manière permanente le respect ou non des objectifs prévus et accessibles à l'ensemble de la population.

En ce sens, les systèmes actuels d'indicateurs internationaux peuvent servir à saisir la réalité globale de l'évolution de la gestion de l'eau et permettre la comparaison avec d'autres villes.

- Pour améliorer la gestion de l'eau il faut réaliser la planification du territoire, l'aménagement urbain et les usages du sol urbain et rural. Cela inclut, entre autres aspects essentiels, la détermination des procédures pour le changement d'usage du sol, des limites que devra respecter l'extension urbaine et des conditions idéales que devra remplir la zone immédiatement contiguë à la zone urbaine.

- L'eau doit être traitée comme un patrimoine de tous les habitants résidents sur le territoire, et, en tant que tel, doit être gérée en prévoyant le futur, en incitant à un usage responsable et durable.

- Si l'on considère que l'accès à l'eau doit être un droit universel de l'être humain, tant sur le plan individuel que collectif, sa propriété doit être publique. Le modèle de gestion est une question différente : il n'est pas tellement important qu'il soit public ou privé, s'il se fait dans la transparence et l'éthique, ajusté à la réalité socioéconomique du lieu et soutenu par des principes de transparence, d'équité et de solidarité.

- Les aspects précédents ont une répercussion directe sur les besoins et les coûts des prestations de services pour la fourniture de l'eau et de l'assainissement.

Le système tarifaire doit s'adapter pour qu'on puisse récupérer tous les coûts, y compris environnementaux, dans les pays développés. Pour cela, il faut mettre en place des compteurs qui permettent l'application d'une politique tarifaire qui pénalise la consommation excessive, incitant ainsi à un usage efficient et durable de l'eau.

Le système tarifaire dans les pays en voie de développement devra s'ajuster à la réalité sociale, en favorisant dans tous les cas l'accès général à l'eau et l'évaluation de cette dernière, et en défendant la nécessité de préserver l'équilibre avec l'environnement.

Le tarif de l'eau doit garantir à tous de pouvoir satisfaire les besoins essentiels ; il ne faut pas oublier que l'accès à l'eau et à l'assainissement des secteurs les plus défavorisés fait partie des Objectifs de Développement du Millénaire. Pour qu'ils soient atteints, il serait indispensable de stimuler les politiques de coopération des pays développés en direction des pays en voie de développement.

► Les infrastructures de gestion et de distribution de l'eau doivent être conçues et bâties selon des critères de qualité qui permettent de compter sur le long terme, et dimensionnées selon des critères économiques et financiers sensés et durables.

► En ce sens, et tout au long de l'histoire, les différentes solutions hydrauliques que les peuples du monde ont développées pour pouvoir satisfaire leurs besoins en eau constituent un grand patrimoine qu'il est obligatoire de préserver.

► Les organismes qui développent des projets dans des pays en voie de développement afin d'améliorer l'accès à l'eau et les conditions sanitaires doivent établir également des systèmes de gestion avec des critères de solidarité, favorisant les actions qui seront soutenables sur le plan économique pour les usagers, en s'adaptant à la réalité sociale du territoire où seront développés les projets, qui doivent être honnêtes, viables et durables sur le plan tant écologique qu'économique. Une stratégie qui garantit la force et l'application à long terme des outils de gestion hydrique est de s'adapter aux coutumes traditionnelles et locales.

► Le retour des eaux usées vers le milieu physique doit s'effectuer dans les meilleures conditions possibles et en adéquation avec les caractéristiques du milieu récepteur, de telle manière que la ressource de l'eau continue de remplir sa fonction dans les écosystèmes aquatiques associés au cycle de l'eau.

► Par ailleurs, il faut tenir compte de la relation intime qu'entretient l'eau avec les villes et avec le milieu naturel : il est indispensable de préserver le paysage.

► La création de réseaux de villes permet et garantit le partage de bonnes pratiques, d'expériences heureuses, ainsi que le transfert de savoir, ce qui peut se convertir en éléments essentiels de coopération et de solidarité.

Les nouveaux discours émanant de la Conférence de Rio et l'application des Agendas 21 Locaux demandent à redéfinir les réseaux urbains dans une perspective où les modèles économiques et territoriaux, la disponibilité des ressources, les politiques sociales et la capacité de charge des ressources naturelles seront traités sous une forme intégrale.

En définitive, il faut mener une réflexion sur le concept de croissance débridée et sur la vision du développement durable comme nouveau paradigme à prendre en compte pour les agglomérations urbaines du futur.

Les villes qui sauront s'adapter à la ressource de l'eau seront mieux préparées pour affronter les nouveaux défis, elles seront compétitives sur le plan économique, fortes sur le plan social, respectueuses et saines sur le plan environnemental. Ce seront les villes de demain.

AUTORES Y COLABORADORES

Anton, Barbara

International Training Centre, ICLEI – Local Governments for Sustainability

Asunción Higuera, Mar

WWF/Adena, Bióloga, Responsable Programa de Cambio Climático.

Awuah, Esi

Department of Civil Engineering KNUST and SWITCH Accra Learning Alliance

Barberán Ortí, Ramón

Catedrático de Economía Aplicada. Universidad de Zaragoza.

Belamari, Fatiha

Chef de Service “Planification et Programmation” Office National de l'Eau Potable. Rabat – Marruecos.

Berrini, Maria

Directora de Ambiente Italia Research Institute. Milano.

Bono, Lorenzo

Ambiente Italia Research Institute. Milano.

Bruttomesso, Rinio

Centro Internazionale Città d'Acqua, S.Polo 2605, Venezia, Italia.

Bueno Bernal, Víctor (adjunto coordinador)

Agencia de Medio Ambiente y Sostenibilidad del Ayuntamiento de Zaragoza.

Butler, David

Director, Centre for Water Systems, School of Engineering, Computing and Mathematics, University of Exeter.

Butterworth, J.A.

IRC International Water and Sanitation Centre, Delft, the Netherlands.

Cabrera, Enrique

Catedrático de Mecánica de Fluidos. Instituto Tecnológico del Agua. Universidad Politécnica. Valencia.

Celma Celma, Francisco Javier

Director de la Agencia de Medio Ambiente y Sostenibilidad del Ayuntamiento de Zaragoza.

Costa, Heloisa

Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geo-Ciências, Departamento de Geografia. Belo Horizonte

Costa, Geraldo

Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geo-Ciências, Departamento de Geografia. Belo Horizonte.

Darteh, Bertha

Department of Civil Engineering KNUST and SWITCH Accra Learning Alliance

Dias, Janise

Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geo-Ciências, Departamento de Geografia. Belo Horizonte.

Dziegielewska-Geitz, M.

European Regional Centre for Ecohydrology under the auspices of UNESCO, Polish Academy of Sciences, and Integrated Restoration Institute, Poland

Egea, Pilar (adjunta al coordinador)

Profesora Titular de Economía Aplicada. Universidad de Zaragoza.

Fraguas Herrero, Alberto

Director Ejecutivo de Green Cross España.

Garrote de Marcos, Luis

Universidad Politécnica de Madrid, ETS Ingenieros de Caminos.

Hernández Moreno, Enrique

Gestión Integral del Agua de Aqualia.

Ibáñez Carranza, Juan Carlos

Canal de Isabel II. Madrid..

Kleiner, Yehuda

National Research Council Canada

Knauer, Sônia

Prefeitura de Belo Horizonte, Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Belo Horizonte.

Lama Pedrosa, Beatriz

Universidad Politécnica de Madrid, EU Ingeniería
Técnica de Obras Públicas.

Lasa García, Vladimir

Delegado de Recursos Hidráulicos de La Habana
– Cuba

Manning, N.

International Water Management Institute, Addis
Ababa, Ethiopia

Marchena, Manuel Jesús

Consejero Delegado de Empresa Metropolitana de
Abastecimientos y Saneamiento de Aguas de Sevi-
lla, SA (EMASESA)

Martín Carrasco, Francisco

Universidad Politécnica de Madrid, ETS Ingenieros
de Caminos.

Minta, Aboagye

Director, Water Directorate, Ministry of Water Re-
sources Works and Housing, Ghana

Nascimento, Nilo

Universidade Federal de Minas Gerais, Departamen-
to de Engenharia Hidráulica e Recursos Hidrí-
cos, Belo Horizonte.

Pozo, Cristina del

Presidenta Fundación Paisaje.

Quiñones Jalisto, Lucio

Centro de Educación y Comunicación “Guaman
Poma de Ayala”. Coordinador del proyecto Gestión
Integrada de los Recursos Hídricos.

Rajani, Balvant

National Research Council Canada.

Rodríguez Briceño, Emiliano

Director General del Sistema de Agua Potable y
Alcantarillado de León, México.

Romero Tierno, César

Subdirector General de la Fundación San Valero,
Zaragoza.

Saldaña Rodríguez, Juan Francisco

Asociación Vigilantes del Agua. República Domi-
nicana.

Sancho Díaz, Javier

Director general de CONTAZARA. Zaragoza. Co-
rreo electrónico:

Silva C., da

IRC International Water and Sanitation Centre,
Delft, the Netherlands

Sutherland, A.

Natural Resources Institute, Chatham, University
of Greenwich, UK

Vairavamoorthy, Kalanithy

Professor. University of Birmingham, UK; UNESCO-
IHE, Netherlands.

Valle, Javier del (relator)

Departamento de Geografía y Ordenación del Te-
rritorio. Universidad de Zaragoza

Vela Pardos, Noelia

BSH Electrodomésticos España, S.A. Avda de la
Industria 49, 50016 Zaragoza.

Verhagen, J.

IRC International Water and Sanitation Centre,
Delft, the Netherlands

Wagner, I.

Department of Applied Ecology, University of
Poland and European Regional Centre for
Ecohydrology under the auspices of UNESCO,
Polish Academy of Sciences

Werthmann, Christian

Harvard University, Massachusetts Graduate
School of Design.

Wolff, Gary

Vice Chairman, California State Water Resources
Control Board, and Research Affiliate, Pacific Ins-
titute for Studies in Development, Environment
and Security, Oakland California.

EAU ET SOCIÉTÉ AU XXIE SIÈCLE. UNE VISION PANORAMIQUE

Enrique Cabrera

Conférence magistrale

RÉSUMÉ:

L'explosion démographique qu'a connue l'humanité au cours des dernières décennies, l'augmentation imposante du niveau de vie des citoyens et la tendance accusée de la population à se concentrer dans des noyaux urbains constituent, pour les responsables de la politique de l'eau, d'énormes défis. Dans un cadre complètement différent de celui d'il y a quelques dizaines d'années, ils doivent faire face à des problèmes qui n'existaient pas jusqu'à il y a très peu de temps. Les solutions qui conviennent pour le futur demandent d'importants investissements, elles ne sont pas uniques et, le plus souvent, doivent concilier des intérêts opposés.

Après un bref parcours historique qui met en évidence la rapidité des changements passés, on analysera dans ce qui suit les plus grands problèmes, les principales actions qui pourront les résoudre et certaines difficultés que pose leur implantation. La conclusion reprend des lignes directrices qu'il sera bon, indépendamment du cas (dans le contexte eau et ville, la casuistique qu'on peut rencontrer de par le monde est pratiquement infinie), de toujours suivre.

MOTS CLÉS:

Eau, ville, développement durable.

GESTION DE L'EAU AU MAROC DANS UN SYSTÈME COMPLEXE ET INCERTAIN

Fatiha Belamari

RÉSUMÉ:

L'alimentation en eau potable des villes marocaines a été conçue d'une manière progressive mais selon un processus dynamique, passant d'une gestion de crise à une vision à long terme. En effet, la situation géographique du Maroc et le taux d'urbanisation important a poussé les pouvoirs publics à définir des stratégies pour améliorer le niveau de service et sa généralisation. Les actions engagées ont concernées notamment la mobilisation des eaux de surface, la création de l'ONEP en tant qu'organe de planification à long terme, l'instauration d'une tarification par tranches de consommation, la mise en place de la surtaxe de solidarité nationale et la sensibilisation à l'économie de l'eau.

Pourtant, le changement radical est intervenu au début de ce siècle en adoptant une approche de la gestion intégrée et durable de la problématique des ressources en eau afin de pérenniser les

acquis, sécuriser et renforcer les installations d'eau potable y compris aux quartiers périphériques des villes affectés par de hauts niveaux de migration.

Cependant au-delà des performances des politiques nationales reposant sur une planification stratégique dynamique, une bonne gouvernance et la disposition d'un système d'informations fiables, la complexité du système actuel, nous impose de développer d'autres formes de partenariat local, national et multinational afin de préserver l'environnement et la durabilité des ressources naturelles.

MOTS CLÉS:

Surtaxe de solidarité nationale, bonne gouvernance, Office National Eau Potable Maroc (ONEP).

L'EXPÉRIENCE DE LA HAVANE

Vladimir Lasa García

RÉSUMÉ:

La Havane a une population de 2,2 millions d'habitants, dont 98,9% s'approvisionnent sur les réseaux de canalisations. Il existe une structure d'organisation subordonnée à la Délégation Provinciale des Ressources Hydrauliques, qui prête les services du cycle intégral de l'eau, en respectant les bases juridiques liées à l'exploitation des ressources hydriques, l'optimisation de l'exploitation de l'infrastructure et la protection de l'Environnement.

Le principal problème des réseaux d'alimentation est leur état de détérioration avancé et leur obsolescence suite aux années d'exploitation, qui occasionnent des pertes estimées à 58%. Ceci a pour conséquence une réduction des horaires de

service et des pressions de travail du réseau de distribution, la dégradation des voies publiques et l'élévation des coûts de production d'eau due à la consommation supplémentaire d'énergie électrique et au traitement chimique.

L'Etat cubain, pour freiner les effets provoqués par cette situation, a donné la priorité au financement de programmes de réhabilitation des réseaux et des conduites, la modernisation des systèmes de qualité de l'eau, l'équipement et la réhabilitation des Sources d'Alimentation et la garantie énergétique pour celles-ci.

MOTS CLÉS:

Réhabilitation, modernisation.

L'EXPÉRIENCE DE SÉVILLE DANS LA GESTION URBAINE DE L'EAU

Manuel Jesús Marchena

RÉSUMÉ:

L'Entreprise Métropolitaine des Eaux de Séville (EMASESA) gère depuis 34 ans l'eau de la ville. Cette longue expérience qui a permis d'obtenir un réseau complet de gestion du cycle intégral dans onze localités, pour une population d'environ un million d'habitants, est conditionnée par la géographie (et en particulier par le Guadalquivir) ainsi que par la climatologie de la zone.

Séville est une ville en croissance constante, où l'augmentation de la population s'est vue compensée par une réduction drastique de l'eau utilisée dans le réseau. Cette réduction est la conséquence de la diminution de la consommation par habitant (qui atteint les 129 litres/pers./jour pour l'usage domestique) et aussi de la réduction des pertes totales du réseau. Ces succès sont la conséquence directe du travail réalisé au niveau de la gestion de la demande, par l'élimination des pertes du réseau grâce au développement d'un système de détection des fuites, et aussi par un investissement continu dans la rénovation des installations.

Avec un investissement moyen de 40 millions d'euros annuels, équivalent au 45% de la facturation annuelle de la compagnie, on parvient à minimiser l'effet d'une climatologie qui apporte des sécheresses récurrentes d'une durée de 2 à 4 ans tous les 4 ans approximativement. Malgré une telle climatologie, Séville possède aujourd'hui un service de qualité et offre une garantie d'approvisionnement pour environ trois ans.

Les actions pour parvenir à l'efficacité hydraulique (centralisation des données, suivi des valeurs d'ANR, sectorisation et diagnostic du réseau, rénovation des réseaux et modernisation des compteurs) nous permettent de remplir actuellement les

objectifs que nous avons fixés pour 2011 : pertes totales du réseau inférieures à 15,5% (14,8% actuellement).

La réalisation de ces objectifs, en plus de la garantie et de la qualité des services prêtés, s'est accompagnée de la mise en marche d'autres actions importantes pour le fonctionnement du réseau EMASESA : structure tarifaire progressive, plan de développement de compteurs individuels en communautés (Plan 5), Plan d'aide à la correction des déversements industriels contaminants, conventions sectorielles, installation de dispositifs économiques dans les installations publiques, installation de réseaux alternatifs d'eau non potable pour l'arrosage avec les normes correspondantes et les restrictions d'usage.

Le pari pour l'Innovation a été l'un des outils qui nous ont servi pour mettre à jour la technologie de l'entreprise, l'amélioration de l'efficacité et pour nous doter de systèmes d'information qui soient comme un tableau de bord nous permettant des prises de décisions lestes et efficaces. Ces projets ont pour objet les réseaux de communication (réseau de fibre optique, réseau numérique de radio-télécommunications, etc.), les systèmes de gestion (oxydation supercritique des boues d'épuration, gestion des incidences en mouvement, programme de gestion de la compagnie AQUA), et l'efficacité (audits énergétiques, stations solaires photovoltaïques, substitution des diffuseurs).

MOTS CLÉS:

Gestion du cycle intégral, EMASESA, efficacité hydraulique.

PERSPECTIVES DE LA GESTION DES RESSOURCES HYDRIQUES EN RÉPUBLIQUE DOMINICAINE

Juan Francisco Saldana R.

RÉSUMÉ:

La gestion de l'eau en République Dominicaine est passée d'une perspective à une autre, en se concrétisant à chaque transition par un élément de gestion très intéressant du point de vue de la gestion de l'eau et dans chaque situation ponctuelle ; actuellement le changement de gestion qui est requis devient un défi sans précédent, où le niveau d'intégration des différents acteurs passe non seulement par des politiques gouvernementales mais aussi par la participation et la restructuration du secteur. Les caractéristiques de ces approches et les perspectives futures sont détaillées dans cette communication.

MOTS CLÉS:

Gestion de l'eau en République Dominicaine.

DÉVELOPPEMENT DE SOLUTIONS DURABLES POUR L'APPROVISIONNEMENT EN EAU ET L'ASSAINISSEMENT EN MILIEU URBAIN. ACCRA: EXEMPLE D'ALLIANCE D'APPRENTISSAGE DANS LE CADRE DU PROJET SWITCH.

Esi Awuah, Aboagye Minta et Bertha Darteh

RÉSUMÉ:

Le Ghana figure parmi les pays de l'Afrique occidentale qui connaissent une forte croissance économique. Accra en est la capitale administrative, politique et économique ; elle compte plus de 3 millions d'habitants. Il s'agit de la plus grande ville du Ghana, confrontée à une augmentation de la population de l'ordre de 4,3 % par an (d'après le recensement national de la population 2000). Accra, à l'instar de nombreux autres pays du monde, compte bien des défis à relever en matière de gestion de l'eau. Une grande partie de sa population n'est pas reliée au réseau normal d'approvisionnement en eau, moins de 5 % des foyers sont reliés au réseau d'assainissement de la ville et de nombreuses zones d'Accra sont souvent en proie aux inondations. L'eau se fait en outre de plus en plus rare et le paysage institutionnel est morcelé et dépourvu de moyens pour faire face à la complexité toujours plus accrue de la gestion des eaux urbaines à Accra (SWITCH Accra City Story, 2008). Le lancement de la politique-

cadre nationale sur l'eau en 2008, sous l'égide du Water Directorate, établit les instances dirigeantes et trace les orientations des futurs plans, politiques et programmes durables en matière d'approvisionnement en eau et d'assainissement. La politique-cadre apporte également son soutien aux initiatives d'alliances d'apprentissage (« learning alliances » en anglais, comités de recherche et de suivi organisant ateliers et réunions sur différentes problématiques), comme le projet SWITCH, financé par l'Union européenne, ainsi qu'à différentes collaborations impliquant d'autres acteurs. La participation de ces différentes parties prenantes et de revues sectorielles à la publication d'analyses ne cesse d'ailleurs de croître.

MOTS CLÉS:

Alliance d'apprentissage, implication des différents acteurs, durabilité.

GESTION INTÉGRÉE DES EAUX URBAINES À BELO HORIZONTE, AU BRÉSIL

Nilo Nascimento, Heloisa Costa, Geraldo Costa,
Janise Dias et Sônia Knauer

RÉSUMÉ:

La gestion intégrée des eaux urbaines est synonyme de nombreux défis à relever. Cela implique tout d'abord la promotion de l'intégration de différents domaines liés à l'eau, comme l'approvisionnement en eau, l'assainissement, la gestion des eaux de pluie et la préservation de la ressource en eau en milieu urbain. Étant donné qu'il existe un lien très étroit entre l'eau et l'utilisation des sols, la promotion d'une gestion intégrée des eaux urbaines doit également passer par la mise en œuvre de politiques intégrées cohérentes avec l'aménagement du territoire. C'est le cas des politiques d'urbanisme, concernant notamment le logement, la voirie et le transport, qui ont un impact majeur sur l'utilisation des sols. En outre, les politiques mises en œuvre à l'échelle locale voient souvent leurs effets s'étendre au-delà des limites municipales, à l'échelle de la métropole et du bassin fluvial. Par conséquent, les institutions et autres acteurs concernés doivent, dans ce contexte politique et institutionnel délicat, mobiliser tous leurs efforts dans cette quête de gestion durable et intégrée des eaux urbaines. Le présent texte fait état de l'expérience de la ville de Belo Horizonte en matière de développement institutionnel et de formulation de la politique de ges-

tion intégrée des eaux urbaines et met en avant sa récente politique municipale et environnementale d'assainissement. La ville de Belo Horizonte a en effet mis en œuvre une politique municipale et environnementale d'assainissement en 2001 afin d'offrir un accès universel aux infrastructures et aux services urbains à l'échelle municipale. Elle encourage pour ce faire la participation aux prises de décision et un suivi social de la formulation et de la mise en œuvre de la politique de gestion de l'eau, la réhabilitation des zones dégradées, particulièrement celles des eaux de ville, et l'amélioration des instruments de gestion, comme la planification ou le financement des actions environnementales d'assainissement. Belo Horizonte est une ville planifiée, construite en 1898 pour devenir la capitale de l'état du Minas Gerais, au Brésil. Elle compte 2 227 400 habitants et une densité de 6 900 habitants/km².

MOTS CLÉS:

Gestion intégrée de l'eau urbaine, processus participatifs, politiques urbaines, plan de gestion de l'eau.

AU-DELÀ DE LA PRIVATISATION: L'EXEMPLE DU MIDDLE WEST NORD DES ETATS-UNIS ET DE LA PROVINCE CANADIENNE DE L'ONTARIO

Gary Wolff

RÉSUMÉ:

Les gestionnaires de l'eau ont de nombreux défis à relever en matière d'approvisionnement en eau, de collecte et de traitement des eaux pluviales et usées pour répondre aux besoins de leurs communautés. De nombreuses solutions ont été proposées, dont l'intervention du secteur privé, souvent synonyme de privatisation ou de partenariat entre les secteurs public et privé.

Le débat sur la privatisation a éclipsé la discussion sur les facteurs de réussite. Des études menées sur les réseaux de distribution d'eau dans les états du Middle West nord des États-Unis (dans l'Illinois, l'Indiana, l'Iowa, le Michigan, le Minnesota, l'Ohio et le Wisconsin), ainsi que dans la province canadienne de l'Ontario, démontrent que tout n'est pas tout blanc ou tout noir et que ce n'est pas l'opposition public/privé qui détermine à elle seule la réussite ou l'échec. De nombreux facteurs entrent en jeu pour parvenir à une gestion efficace : celle-ci dépend en effet de l'efficacité du personnel, de la continuité du financement public,

de meilleurs actifs de gestion, des mesures et des primes à l'efficacité, ainsi que de la participation et de la transparence accrues des différents acteurs. Autant d'observations pouvant être extrapolées à d'autres régions des États-Unis et d'ailleurs.

Ce document met en lumière des recherches et des exemples destinés à aider les dirigeants à évaluer les problèmes, identifier les différentes solutions possibles et mettre celles qui leur conviennent en application à l'échelle municipale, aussi bien en milieu urbain que rural. Il fournit des informations pratiques sur la façon d'accroître l'efficacité de la gestion des réseaux de distribution et des réseaux de collecte des eaux usées et des eaux de pluie, qu'ils soient publics ou privés.

MOTS CLÉS:

Privatisation, partenariat entre secteurs public et privé, restructuration du service public de l'eau.

L'EXPÉRIENCE DE SARAGOSSE DANS LA CONCEPTION D'INSTRUMENTS FINANCIERS DE GESTION DE L'EAU POUR DES USAGES DOMESTIQUES

Ramón Barberán Ortí

RÉSUMÉ:

Les principales fonctions que devraient remplir les tarifs qui grèvent l'usage des services publics d'approvisionnement en eau dans les villes sont au nombre de quatre : le financement suffisant du service, le partage équitable des coûts entre tous les usagers, l'assignation efficiente de l'eau entre ses divers usages et la réduction des impacts environnementaux négatifs. Ce sont des fonctions qui devraient pouvoir se réaliser sans imposer des coûts excessifs ni à l'entité responsable du service pour leur application, ni aux usagers pour leur participation. L'application adéquate de ces fonctions peut être synthétisée sous la forme des principes normatifs suivants : suffisance, équité, efficience, développement durable et simplicité. Dans cette communication on présentera les tarifs récemment introduits dans la ville de Saragosse (Espagne), par lesquels on a tenté de rendre compatibles ces cinq principes, avec une attention portée particulière-

ment sur l'équité, qui est souvent la grande délaissée des conceptions traditionnelles. Concrètement, l'ambition est de résoudre le problème que posent les tarifs au mètre cube croissant par tranche qui grèvent la consommation additionnée du foyer (problème qui consiste en ce que la satisfaction des besoins en eau des individus est plus onéreuse quand le foyer auxquels ils appartiennent est plus grand), sans que cela impose de renoncer à mettre en avant un usage efficient et non gaspilleur de l'eau. Cette nouvelle conception des tarifs est, dans ses aspects essentiels, applicable à toute autre ville et elle est, par conséquent, d'intérêt général.

MOTS CLÉS:

Conception des tarifs de l'eau, prix de l'eau, eau à usage domestique, équité, efficience, développement durable.

LES PROBLÈMES ÉCONOMIQUES DE LA GESTION DE L'EAU DANS LES PAYS PAUVRES

Alberto Fraguas Herrero

RÉSUMÉ:

La crise de l'eau dans les pays pauvres est un indicateur supplémentaire des inégalités sociales et politiques. Les problèmes dérivés de la gestion hydrique déficiente, qu'ils soient environnementaux, sanitaires, économiques etc., concernent dans de nombreux cas un haut pourcentage de la population parmi ses secteurs les plus défavorisés. Les manques d'infrastructures de captage et surtout de distribution de l'eau contribuent à faire empirer la situation car ils rendent l'accès plus cher, le problème se faisant plus aigu dans les secteurs les plus pauvres, qui doivent parfois payer plus de 20 fois le prix de l'eau par rapport à d'autres familles plus riches. L'accomplissement des Objectifs de Développement du Millénaire est l'occasion d'améliorer à moyen terme cette situation et de la

résoudre à long terme, en minimisant par là même des bilans économiques globaux négatifs en parallèle, qui aident à résoudre une situation d'injustice qui, à son tour, comporte des problèmes sociaux, sécuritaires, sanitaires et écologiques. Une action publique internationale plus forte que l'actuelle ainsi qu'une régulation stricte de l'initiative privée pourraient être des outils importants pour trouver une solution, qui devrait toujours, et par principe, considérer l'accès à l'eau et à l'assainissement comme un Droit Universel de l'être humain.

MOTS CLÉS:

Crise de l'eau et pauvreté, objectifs de développement du millénaire, financement public et privé.

APPAREILS DE MESURE INTELLIGENTS POUR LA GESTION DE LA DEMANDE EN EAU

Javier Sancho Díaz

RÉSUMÉ:

Au tout début de ce XXI^e siècle est entrée en vigueur une Directive Européenne qui établit un cadre communautaire pour protéger le milieu hydrique, en le considérant comme un patrimoine plus que comme une pure ressource, et, pour agir en conséquence, en améliorant l'état des eaux et en garantissant un développement durable. C'est pourquoi la perspective du bilan classique entre l'offre et la demande, plus propre du siècle passé, doit nécessairement se convertir à celle qui existe entre la gestion et l'usage, en recherchant qui plus est une perméabilité entre les deux concepts, dans laquelle il apparaît plus opportun d'orienter le rôle que joue la gestion de la demande vers une gestion et un usage efficients de l'eau. Pour cette nouvelle perspective, les appareils de mesure intelligents sont des outils très puissants, qui vont bien au-delà du vieux concept des compteurs

d'eau mécaniques, en intégrant la technologie électronique et des prestations d'information et de communication. L'idée est non seulement de comptabiliser l'eau utilisée, mais de savoir en plus comment elle a été utilisée. A titre d'exemple, les appareils peuvent fournir de l'information sur les temps d'utilisation ou les débits utilisés, de telle sorte qu'on peut repérer des fuites, des mauvaises pratiques, des consommations anormales ou des habitudes de gaspillage, disposant en définitive d'une information qui permet d'agir en conséquence, en optimisant logiquement la gestion et les consommations d'eau.

MOTS CLÉS:

Appareils de mesure d'eau, gestion de la demande, gestion et usage efficients de l'eau.

INDICATEURS DE L'EAU EN MILIEU URBAIN

Maria Berrini et Lorenzo Bono

RÉSUMÉ:

L'étude « Urban Ecosystem Europe » (UEE) présente une évaluation intégrée de l'environnement urbain dans les principales villes européennes et se concentre sur leur capacité de réponse et sur leurs besoins à l'échelle locale. Les indicateurs, au nombre de 25, ont été choisis dans le cadre de cette étude (analyse comparative des villes de l'UE) de sorte que les données produites soient pertinentes. Les systèmes d'indicateurs européens locaux communs et intégrés et les projets de recherches afférents les plus récents et les plus pertinents ont été pris en considération. Elle se réfère spécifiquement aux Engagements d'Aalborg, à la Stratégie thématique pour l'environnement urbain de l'Union européenne et à la Charte de Leipzig. Parmi ces

25 indicateurs figurent 2 indicateurs liés à l'eau: la « consommation domestique d'eau » et les « habitants raccordés au réseau d'assainissement ». L'étude fournit des informations intéressantes sur les performances de 32 villes européennes dans ce domaine. Le recueil direct de données avec la coopération des villes ouvre la voie à l'optimisation des indicateurs et à de plus amples recherches et une meilleure diffusion des bonnes pratiques locales qui se sont avérées les plus efficaces.

MOTS CLÉS:

Indicateurs urbains, indicateurs de l'eau, villes européennes, analyse comparative.

RÉPONSES ADÉQUATES FACE AUX SCÉNARIOS DE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Luis Garrote de Marcos, Francisco Martín Carrasco
et Beatriz Lama Pedrosa

RÉSUMÉ:

La perspective du changement climatique ouvre sur de nombreuses questions concernant les politiques d'adaptation qui seront les plus appropriées à moyen et long terme dans le secteur de la gestion des ressources hydriques. Malgré le large consensus qui existe dans le monde scientifique sur l'évolution possible des températures et des précipitations à l'échelle régionale, il semble encore très difficile de pouvoir quantifier l'impact qu'elles auront sur la disponibilité des ressources hydriques à l'échelle locale. Les dernières études réalisées en Espagne concluent que le changement climatique impliquera une pression supplémentaire à celles qui s'exercent déjà sur les réseaux d'exploitation

des ressources hydriques. Cet exposé passe en revue un éventail de mesures d'adaptation que l'on considère propres à pouvoir réagir à la nouvelle situation créée par le changement climatique. Ces politiques peuvent être vues comme une collection de bonnes pratiques ou de principes généraux, dont l'application dans le temps dépendra en grande partie de l'initiative des pouvoirs publics, de l'évolution de la situation climatique et de sa perception de la part des usagers.

MOTS CLÉS:

Ressources hydriques, changement climatique, adaptation.

L'INCIDENCE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES RESSOURCES HYDRIQUES

Mar Asunción Higuera

RÉSUMÉ:

Le changement climatique est là et il avance à une vitesse et avec une intensité plus élevées que prévu. Le quatrième rapport d'Evaluation du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur le Changement Climatique (IPCC) ne laisse aucun doute concernant la contribution de l'action humaine au réchauffement global et la nécessité de réduire les émissions pour ne pas en subir les impacts brutaux et irréversibles.

Le changement climatique menace non seulement nos écosystèmes mais aussi les sociétés et l'économie, avec un risque plus élevé de sécheresses, de vagues de chaleur, d'inondations, de la fonte des glaciers et d'une montée du niveau de la mer. Les conséquences du changement climatique se font déjà sentir sur tous les continents, mais ce sont les pays les plus pauvres qui sont les plus vulnérables aux impacts actuels et, probablement, à ceux qui ne manqueront pas de se produire dans le futur.

Au sud de l'Europe, également, et dans la région méditerranéenne les projections augurent d'une aggravation des conditions dans une région qui se trouve déjà soumise à une variabilité et à une vulnérabilité climatiques, et à une réduction de la disponibilité en eau, du potentiel hydroélectrique, des récoltes et du tourisme estival. L'augmentation des températures provoque une plus forte évaporation et transpiration végétales. En Espagne il est prévu que les précipitations vont diminuer notablement et vont modifier la temporalité, avec des sécheresses plus fréquentes et plus intenses, toutes choses qui affectent directement les ressources hydriques.

Il est indispensable que les prévisions et les scénarios de changement climatique soient pris en compte dans la planification des politiques et des infrastructures liées à l'eau.

MOTS CLÉS:

Impacts changement climatique, sécheresses, inondations, vagues chaleur, planification en accord avec les scénarios de changement climatique.

PROTOCOLES D'ACTIONS EN CAS DE SÉCHERESSES

Enrique Hernández Moreno

RÉSUMÉ:

Cette communication commence par une approche du concept de sécheresse et de ses divers types, ainsi que de sa quantification grâce à une série d'indices internationaux (ISS, IEP, PPN, ISAS, IHC,...).

On y aborde le phénomène de la sécheresse en Espagne, en mettant particulièrement l'accent sur le contenu des Plans Spéciaux, rédigés par les Organismes de bassin et les Plans d'Urgence, qui correspondent aux gestionnaires d'approvisionnements pour plus de 20 000 habitants.

De même, il est fait référence à l'Observatoire National de la Sécheresse, créé sur l'initiative conjointe des anciens Ministères de l'Environnement et de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Alimentation.

Pour terminer, il est fait mention de ce que la Directive Cadre sur l'Eau stipule à propos de la question de la sécheresse.

MOTS CLÉS:

Sécheresse, indices, plans spéciaux, plans d'urgence, observatoire de la sécheresse.

PAYSAGES URBAINS DURABLES

Cristina del Pozo

RÉSUMÉ:

Actuellement, il y a une plus grande conscience des questions de conservation de l'eau utilisée dans la maintenance des espaces verts urbains, on privilégie la consommation rationnelle non seulement en temps de sécheresse mais aussi en prévision du futur, car l'eau, désormais, ne peut plus être considérée comme une ressource illimitée. Pourtant, cet usage rationnel de l'eau dans la maintenance des espaces verts serait plus efficient si les dits espaces verts étaient conçus dès l'origine dans une perspective d'usage rationnel et durable de l'eau, en écartant par conséquent les surfaces et les espèces qui réclament de hautes consommations en eau pour leur maintien.

A la Fondation Paysage nous avons l'ambition de promouvoir une gestion efficiente de l'eau dans la conception des espaces publics basée sur des techniques de paysagisme, et que, dès leur conception, ces paysages urbains soient plus durables, en parvenant à un usage plus efficient de

l'eau et de l'énergie, en utilisant des matériaux non contaminants, en créant des microclimats qui régulent et réduisent la température dans les villes, ainsi qu'une augmentation de la biodiversité urbaine et une meilleure qualité de vie.

Il sera fait un commentaire des principes essentiels de la conception des paysages urbains durables : le dessin naturalisé, l'utilisation d'espèces autochtones –plantes adaptées à chaque lieu-, une plus grande diversité d'espèces, l'usage efficient de l'eau, une plus grande efficience énergétique, le contrôle dans l'emploi d'engrais et de pesticides, le mulching et le compostage, la génération d'une plus grande valeur écologique et les techniques de jardins secs.

MOTS CLÉS:

Paysages urbains, développement durable, usage efficient de l'eau, épargne, réutilisation, jardins secs, conception d'espaces verts urbains.

L'EAU ET LES TOITS VERTS DANS LES RÉGIONS ARIDES, UTOPIE OU RÉALITÉ?

Christian Werthmann

RÉSUMÉ:

Les toits verts ont fait leurs preuves dans les régions au climat tempéré. Ils s'y avèrent bénéfiques pour la gestion des eaux urbaines. Ils permettent de retenir les eaux de pluie, d'atténuer les inondations et de réduire les incidents de débordement des réseaux d'assainissement. Outre leurs effets positifs sur la qualité des eaux de pluie, ils permettent de réduire la recharge des nappes souterraines. Au cours de ces dix dernières années, de nombreuses toitures végétales ont vu le jour dans plusieurs régions méditerranéennes et arides. Cet exposé répertorie les avantages que les toits verts sont susceptibles d'apporter dans le cadre d'une stratégie de gestion des eaux urbaines sous ces conditions climatiques. Il en ressort qu'ils

peuvent avoir des effets positifs si certaines conditions sont respectées. Si les prévisions relatives au réchauffement climatique s'avèrent exactes, ils pourraient se révéler d'une utilité grandissante. Dans les régions où l'eau se fait rare, des toits verts ne peuvent voir le jour que si leur arrosage s'inscrit dans une gestion durable de l'eau. Mais outre cet aspect hydrologique, ils présentent également d'autres effets positifs, comme la climatisation, qui sont tout aussi décisifs, voire plus, dans les villes au climat chaud et aride.

MOTS CLÉS:

Toits verts, hydrologie urbaine, climats méditerranéens et arides.

VILLE DU FUTUR ET GESTION DES EAUX URBAINES

Kalanithy Vairavamoorthy

RÉSUMÉ:

La ville du futur rencontrera certainement de nombreuses difficultés à bien gérer ses ressources en eau, devenues rares. Une réforme de notre gestion du cycle de l'eau en ville s'impose donc. Plusieurs facteurs clés sous-tendent cette réforme, à savoir : la conception d'un système à la fois souple et robuste, des interventions sur l'ensemble du cycle de l'eau en ville, la remise en question de la façon dont l'eau est utilisée (et réutilisée) et un plus grand recours aux systèmes naturels de trai-

tement des eaux claires et de traitement des eaux usées. L'ensemble de ces facteurs contribuera pour une large part à réduire considérablement la vulnérabilité des villes et à augmenter leur capacité à anticiper et à s'adapter aux changements ayant lieu à l'échelle de la planète. SWITCH est un projet qui vise justement à accompagner ce changement radical avec le développement de solutions scientifiques, technologiques, économiques et sociales durables pour une gestion de l'eau efficace dans la ville du futur à l'horizon 2050.

TOILETTES À MÉCANISME DE CHASSE D'EAU ULTRA ÉCONOMIQUE

David Butler

RÉSUMÉ:

L'un des principaux enjeux de la gestion de l'eau pour les années à venir n'est autre que la réduction de la consommation d'eau dans les foyers en gardant le même niveau de service. D'après les analyses quantitatives réalisées, les chasses d'eau représentent, en termes de consommation domestique en eau, la plus grande part de consommation d'eau potable (30 %) et sont de ce fait une cible évidente dans le cadre d'une meilleure gestion de cette ressource. Ce document présente les résultats des travaux du WaND research consortium (www.wand.uk.net), portant sur l'évaluation en laboratoire et sur le terrain d'un prototype de WC à chasse d'eau économique utilisant moins de 2 litres d'eau à chaque usage. Le potentiel des économies en eau, les performances hydrauliques et l'acceptation des consommateurs sont autant de domaines spécifiques d'étude. Cette étude a montré que le remplacement des toilettes conventionnelles par ce type de toilettes à mécanisme de

chasse d'eau ultra économique a permis de réduire la consommation d'eau de 80 % dans ce cas. Bien qu'utilisant de plus faibles quantités d'eau, ce système n'a aucune conséquence négative sur le drainage et l'évacuation des eaux usées lorsqu'il est bien conçu. Il en ressort également que si ce type d'installation est généralement considéré comme acceptable par les usagers, les femmes préfèrent utiliser des toilettes conventionnelles ; malgré cela, elles ont une opinion plus favorable de cette innovation que les hommes.

MOTS CLÉS:

Gestion de la demande, égouts, toilettes à mécanisme de chasse d'eau ultra économique, acceptation des consommateurs, conservation des ressources en eau.

RÉUTILISATION DES EAUX GRISES DANS LE MILIEU URBAIN

Emiliano Rodríguez Briceño

RÉSUMÉ:

La plupart des grandes villes dans le monde présentent des limitations dans leur croissance insoutenable, à moyen et long terme, faute de ressources hydriques en quantité et de qualité. Les grands projets d'investissement pour remédier à la surexploitation des aquifères se concentrent dans la construction de retenues ou dans l'exploitation de nouvelles sources souterraines à l'intérieur et en dehors des limites géographiques, et pourtant on n'explore pas assez d'autres alternatives comme la réutilisation des ressources hydriques déjà exploitées. En particulier dans les zones agricoles ou industrielles, les possibilités de réutilisation des eaux usées et traitées sont très vastes, et reviennent généralement moins chères que de produire plus d'eau potable. Les grandes villes du Mexique sont concernées de près par la problématique de la disponibilité en eau, et en particulier la ville de

León, située dans l'Etat de Guanajuato, a dû implémenter diverses stratégies qui lui permettent de maintenir un développement durable à long terme. Les alternatives varient de la réutilisation des eaux grises par le secteur privé à l'assainissement des eaux usées pour leur réutilisation dans des processus industriels et agricoles. Le présent travail a pour objectif de faire partager les expériences et les stratégies implantées par le Réseau d'Eau Potable et d'Egouts de León et sa vision à long terme pour une gestion adéquate des ressources hydriques disponibles.

MOTS CLÉS:

Réutilisation des eaux, eaux grises, eaux usées et eau traitée.

GESTION ET RÉNOVATION DES INFRASTRUCTURES URBAINES D'ÉPURATION, D'APPROVISIONNEMENT ET DE DISTRIBUTION DE L'EAU

Balvant Rajani et Yehuda Kleiner

RÉSUMÉ:

Les canalisations d'eau de grand diamètre et les conduites de distribution de plus petit diamètre sont les principales composantes du réseau d'approvisionnement en eau d'une ville. La plupart de ces conduites ont, en moyenne, plus de cinquante ans et le doute plane souvent sur leur état exact. Les conduites se détériorent avec l'âge. Pour le service public, la première question qui se pose est la suivante : quelles canalisations requièrent une attention particulière et à quel moment ? Cette question doit être abordée en termes de gestion de rupture pour les conduites de petit diamètre et de prévention de rupture pour les conduites de grand diamètre.

Ce document porte sur les stratégies de gestion et de prévention de rupture des canalisations. C'est la fréquence de rupture qui permet de mesurer la détérioration des petites conduites. Celle-ci peut toutefois être atténuée au moyen d'une protection cathodique permettant de ralentir la corrosion externe. Ce document souligne par ailleurs l'importance de l'utilité de la collecte de données et montre comment les analyses ultérieures utilisant des modèles peuvent faciliter la planification de la réfection des conduites détériorées. Ces analyses peuvent aider les planificateurs à identifier les conduites devant être remplacées, ainsi que le moment et la façon de le faire, en fonction des niveaux de service et des contraintes budgétaires. Ces analyses sont abordées dans le cadre d'une étude de cas.

MOTS CLÉS:

Canalisations d'eau, gestion de rupture, protection cathodique.

L'EXPÉRIENCE DE L'ICLEI DANS LA PROMOTION DE LA GESTION DURABLE DE L'EAU À TRAVERS UN RÉSEAU DE COLLECTIVITÉS LOCALES

Barbara Anton

RÉSUMÉ:

L'ICLEI (Conseil international pour les initiatives écologiques locales) est un réseau international de collectivités locales qui œuvrent en faveur des politiques urbaines et des pratiques pouvant contribuer de façon positive à la durabilité de l'environnement. En matière de gestion, l'approche de l'ICLEI a pour objectif de bâtir des communautés durables tout en préservant les ressources mondiales communes, comme l'eau.

Au cœur du programme de gestion de l'eau de l'ICLEI : l'approche de la Campagne sur l'eau. Il s'agit d'un programme basé sur la performance s'articulant en cinq étapes. Les collectivités locales devront plancher, dans l'ordre, sur les points suivants (qui seront adaptés en fonction de chaque contexte régional) : (1) la préparation d'un inventaire relatif à la situation hydrologique locale actuelle (ressources/gestion/accès/...), (2) la fixation des objectifs à atteindre, (3) le développement d'un plan d'action local, (4) la mise en œuvre des politiques et des mesures, et (5) le suivi, l'évaluation et le compte-rendu des résultats.

La Campagne sur l'eau de l'ICLEI, lancée en 2000, jouit d'un franc succès en Australie. Elle y a débuté avec 5 collectivités locales pilotes et compte à présent 120 municipalités œuvrant à un programme volontaire de renforcement des capacités sur l'ensemble du continent.

ICLEI Oceania, sis à Melbourne, a publié les résultats de ces actions dans un rapport national. Celui-ci fournit une vue d'ensemble de la situation hydrique, des tendances et des priorités à l'échelle locale en Australie, ainsi qu'un résumé des objectifs que se sont fixés les municipalités participantes. Les plus de 40 plans d'action locale qui ont été formulés jusqu'à maintenant mettent en lumière un grand nombre d'approches pratiques visant à maintenir un certain équilibre entre la pérennité de nos très précieux écosystèmes et la satisfaction des besoins en eau des communautés locales.

MOTS CLÉS:

Ressources en eau, gestion locale de l'eau, durabilité, réseau, performance.

DES ALLIANCES D'APPRENTISSAGE POUR UNE GESTION DES EAUX URBAINES INNOVANTE

J.A. Butterworth, M. Dziegielewska-Geitz, I. Wagner, A. Sutherland,
N. Manning, C. Da Silva et J. Verhagen

RÉSUMÉ:

Le consortium SWITCH (Sustainable Water Improves Tomorrow's Cities' Health), un partenariat de recherche dont l'objectif est l'amélioration à long terme de la gestion des eaux urbaines dans les pays développés et en voie de développement, dirige des procédures de recherche innovantes qui visent à augmenter l'efficacité de la gestion des eaux urbaines et à adopter une vision plus intégrée de la recherche dans les villes. Les alliances d'apprentissage (« learning alliances » en anglais, sorte de comités de recherche et de suivi) sont présentées comme la création de partenariats entre différents acteurs visant à promouvoir la mise en place d'un plus grand nombre de programmes de recherche induite par la demande et l'exploitation des résultats de ces recherches à une plus grande échelle. La nécessité d'adopter une

approche intégrée pour faire face aux défis posés par la complexité de la gestion des eaux urbaines est également abordée. L'exemple de la ville de Lodz, en Pologne, illustre parfaitement le concept d'alliance d'apprentissage. Ce document fournit par ailleurs plusieurs exemples d'exploitation innovante de l'évaluation d'impact pour la création et à la mise en place de partenariats de recherche. Enfin, il décrit quelques-uns des enseignements plus généralement tirés à ce jour du projet SWITCH et d'autres projets similaires.

MOTS CLÉS:

Villes, recherche induite par la demande, systèmes d'innovation, alliances d'apprentissage, SWITCH, gestion des eaux urbaines.

LE PROJET LIFE OPTIMIZAGUA: UN MODÈLE EUROPÉEN DE RÉFÉRENCE POUR UNE GESTION EFFICIENTE DE L'EAU UTILISÉE DANS L'ARROSAGE

César Romero Tierno

RÉSUMÉ:

Les actions pilotes dans le cadre du projet européen OPTIMIZAGUA, approuvé dans le cadre du Programme LIFE de l'Union Européenne, ont démontré l'importance d'appliquer des dispositifs, des méthodologies et des technologies d'arrosage efficient pour parvenir à économiser fortement l'eau dans ses divers usages pour l'arrosage, en prenant comme base de cette expérience démonstrative deux jardins publics de la ville de Saragosse, des espaces verts privés d'une résidence à Logroño et l'application des prototypes dans diverses cultures de deux propriétés agricoles à Huesca et Soria.

La philosophie du projet a été de combiner des systèmes traditionnels de captage des eaux de pluie et de régulation hydrique en y incorporant des systèmes experts basés sur des technologies émergentes (télémétrie, sondes d'humidité, automates programmables...) et alimentés par des énergies renouvelables qui ont permis d'arroser en

fonction des besoins concrets de la plante et de le faire seulement dans les conditions climatologiques qui garantissent un arrosage efficient.

Les économies d'eau réalisées ont dépassé 60% dans l'arrosage de pelouses des jardins publics, et l'on a obtenu d'autres résultats d'un grand intérêt environnemental comme la réduction de la fréquence de la tonte grâce à un arrosage efficient, ou comme les économies d'émissions associées à la facture énergétique liée au fait de "déplacer l'eau".

MOTS CLÉS:

Projet LIFE OPTIMIZAGUA, arrosage efficient, économie d'eau, jardins publics, économie de la facture énergétique de "déplacer l'eau", tradition et innovation, dispositif d'arrosage intelligent, énergies renouvelables.

RECHERCHES SUR LES POTENTIELS D'EFFICIENCE DANS L'EMPLOI DES LAVE-VAISSELLE.

Juan Carlos Ibáñez Carranza et Noelia Vela Pardos

RÉSUMÉ:

Dans la communauté de Madrid, les usages domestiques représentent plus de 60% du total de l'eau distribuée. L'utilisation de l'eau dans le foyer pour les divers usages terminaux a fait l'objet de plusieurs études réalisées par Canal d'Isabel II, entreprise distributrice, et dans d'autres régions et pays par différents organismes et entreprises. Cependant, à part quelques essais en laboratoire, on ne connaît aucune étude qui traite de l'usage de l'eau pour le lavage domestique de la vaisselle.

Le Canal d'Isabel II et BSH Electroménagers Espagne ont entrepris un travail de recherche sur l'utilisation de l'eau dans les foyers pour laver la vaisselle, et les améliorations dans l'efficacité qui peuvent être obtenues en utilisant un lave-vaisselle efficace, par rapport au lavage manuel.

L'étude a été réalisée en conditions réelles d'utilisation, sur un échantillon de 155 foyers. Pendant une période de deux mois, les participants se sont engagés à laver la vaisselle exclusivement à la main. Ultérieurement ont été installés des lave-vaisselle efficaces, de type AAA, et pendant une autre période de deux mois on a continué à contrôler la consommation, cette fois avec l'utilisation de l'appareil fourni.

Le contrôle par moniteur de la consommation s'est fait par le biais de compteurs de vitesse installés dans les robinets des cuisines et un compteur de précision équipé d'un émetteur numérique à impulsions placé sur l'arrivée générale de l'eau de la maison. Ce compteur, relié à un dispositif électronique, enregistre la consommation de manière continue, en permettant de distinguer le volume employé dans les différents usages, et en particulier celui utilisé par le lave-vaisselle. La mesure en continu de la consommation permet également de détecter les absences dans le foyer et d'autres circonstances qui pourraient affecter les résultats finaux, de manière à ce qu'il soit possible, en tenant compte de ces conditions, d'homogénéiser les résultats obtenus.

Les premiers résultats indiquent une nette amélioration dans l'efficacité de l'usage de l'eau, avec une réduction de la consommation équivalente à 10% du total de l'eau utilisée dans le foyer. Le bilan concernant la consommation d'énergie est également positif, puisqu'on obtient une économie de 1kWh par jour.

MOTS CLÉS:

Usage efficace de l'eau, usages domestiques, lave-vaisselle.

CUSCO FAIT FACE À SA RESSOURCE LA PLUS PRÉCIEUSE : LE FLEUVE

Lucio Quiñones Jalisto

RÉSUMÉ:

La présente communication a l'ambition de montrer les aspects de la gestion de l'eau dans les Andes péruviennes (sous-bassin Huatanay – Cusco). Une problématique partagée et des conditions favorables ont permis d'initier un processus de planification participative il y a plus de onze ans, faisant prendre conscience à la population de la Vallée du Sud de Cusco de la problématique existante et de la nécessité de participer à la recherche de solutions. Cette action conjointe a permis à la population d'accéder à la ressource de l'eau pour la consommation et l'arrosage, en favorisant qui plus est la gestion de certains risques naturels et la récupération des écosystèmes. Le défi à venir est de s'attaquer à l'état critique de contamination dans lequel se trouve le fleuve Huatanay, axe vertébral de la Vallée de Cusco et actuellement collecteur des eaux usées de la ville.

De nombreux projets orientés vers une consommation durable de la ressource ont été implémentés grâce à la participation des différents acteurs locaux et à l'appui de la coopération internationale, en soulignant l'importance de la formation et de l'information si l'on veut garantir un développement durable du processus. Aujourd'hui, les principaux acteurs politiques de la Vallée mettent en oeuvre la construction d'un espace de concertation pour une gestion intégrée des ressources hydriques, ce qui constitue un des tout premiers cas au Pérou. Le processus n'est pas achevé mais il y a des avancées significatives et nous considérons qu'à court terme nous serons en condition de pouvoir dire, "Cusco ne tournera plus jamais le dos au fleuve".

MOTS CLÉS:

Gestion intégrée des ressources hydriques.

L'EAU ET LES VILLES DE DEMAIN. CROISSANCE ET DÉVELOPPEMENT

Javier Celma Celma

RÉSUMÉ:

Les villes doivent remettre à plat leurs modèles actuels de croissance illimitée pour les adapter aux garanties de distribution des ressources locales, entre autres l'eau.

Il faut, en même temps, et en respectant les objectifs de développement durable, rechercher l'utilisation rationnelle de l'eau et de sa gestion avec des critères d'efficacité et d'économie, en garantissant au contribuable une distribution en quantité et de qualité. Cela implique de réduire la consommation en eau, recycler et réutiliser au maximum l'eau distribuée, la contaminer le moins possible dans son usage et procéder ensuite à son

traitement d'épuration pour la rendre aux eaux naturelles dans des conditions acceptables, pour que l'impact sur les écosystèmes soit moindre.

L'implication de la société civile, par le biais de processus de participation, devient incontournable si l'on veut affronter les changements nécessaires dans la gestion de la ressource de l'eau et de ses écosystèmes associés.

MOTS CLÉS:

Gestion de l'eau, tarifs, sensibilisation, efficacité.

LES VILLES DE L'EAU: LES PROTAGONISTES DU NOUVEAU SIÈCLE

Rinio Bruttomesso

Conférence magistrale

RÉSUMÉ:

Si l'on a assisté, à la fin du siècle dernier, à une découverte de l'eau dans les villes, ce siècle se caractérise par une réévaluation, une estimation de l'eau dans son tissu, contribuant ainsi à améliorer la qualité de la vie urbaine et à favoriser le développement d'activités économiques, situées dans les zones de waterfront. Les villes d'eau, sur tous les continents, seront les favorites dans la compétition globale de marketing urbain, ayant plus de chances d'attirer des ressources économiques pour les investissements futurs. Dans ce contexte, les villes-ports prennent une grande importance et

c'est pourquoi il faut compter sur l'indispensable collaboration entre les diverses administrations publiques, et entre ces dernières et les acteurs privés, pour parvenir à réaliser des interventions dans le but de reconcevoir le rôle de ces villes et de relancer leur image à l'échelle internationale.

MOTS CLÉS:

Développement urbain, relation ville-port, waterfront.

Semaine Thématique 3

L'EAU POUR LA VIE

[Santé, Qualité de l'eau]

Document de synthèse⁵

Coordinateur: **Antonio Sarriá Santamera. Instituto Carlos III**

Coordinatrice adjointe: **María Sandín Vázquez. Universidad de Alcalá**

Comité scientifique:

Luis Gómez López. SESPAS

Francisco Falo Fornies. Director General de Salud Pública. Gobierno de Aragón

Rapporteurs:

Verónica Orosa Montes. Universidad de Alcalá

María Dolores Belenguer Sánchez. Universidad Politécnica de Madrid

María Sandín Vázquez. Universidad de Alcalá

*La femme du médecin n'avait pas songé à l'éventualité qu'un jour,
le précieux liquide ne coulerait plus des robinets ;
c'est le grand défaut de la civilisation ; nous nous habituons
au confort de l'eau courante et nous oublions que pour ce faire,
il faut des personnes qui ouvrent et
ferment les vannes de distribution, des stations de pompage
qui fonctionnent à l'électricité, des ordinateurs pour
réguler les débits et gérer les réserves,
et que rien n'est assez suffisant.*

1. INTRODUCTION

La santé et le milieu qui nous entoure sont étroitement liés. L'air que nous respirons, l'eau que nous buvons, l'environnement où nous travaillons et les bâtiments où nous vivons ont une grande influence sur notre bien-être et notre santé. Ce rapport entre l'environnement et la santé représente une constante de la santé publique. Il convient d'évoquer ici le travail précurseur d'Edwin Chadwick et son oeuvre *Report on the sanitary condition of the labouring population of Great Britain* (1842) où elle met en relief l'impact que

le milieu urbain britannique très détérioré a sur la santé, imposant, selon elle, une intervention des pouvoirs publics en vue de l'assainissement des villes. Cet ouvrage a eu un impact considérable sur l'opinion de l'époque et il a permis de faire avancer la réforme sanitaire par l'adoption de timides mesures postérieures qui figurent dans le *Public Health Act* de 1848.

Une autre référence à retenir est l'ouvrage de Lalonde qui présente les déterminants de la santé, à savoir : les services sanitaires, la biologie humaine, les modes de vie et l'environnement.

⁵ Ce document a été rédigé à partir des conférences écrites, des présentations orales et des débats qui ont eu lieu au cours des séances et de leur synthèse réalisée par les modérateurs, les auteurs et le coordinateur en collaboration avec l'équipe de la Tribune de l'eau.

Aujourd'hui, les déterminants de la santé sont pris au sens le plus large. Aussi parle-t-on de déterminants qui sont sous le contrôle de l'individu (conduites et modes de vie) et ceux qui ne le sont pas (conditions sociales, économiques et ambiantes). Parmi ces facteurs qui échappent au contrôle des individus se trouvent l'eau, son accès et sa qualité. L'accès à l'eau et à l'assainissement ainsi que la qualité de l'eau ne dépendent pas des personnes mais relèvent de la responsabilité des pouvoirs publics qui se doivent de garantir l'accès à l'assainissement et à la qualité de l'eau.

L'objectif de cette semaine qui a été divisée en trois parties est le suivant :

► L'eau pour la vie et la santé publique : Réfléchir sur l'idée de l'eau en tant que déterminant essentiel de la santé des populations et de l'accès à l'eau comme une condition préalable à la qualité de vie des personnes ; souligner le fait qu'une grande partie de la morbi-mortalité globale est liée à l'accès et à la qualité de l'eau et identifier les lignes de travail actuelles en matière de santé publique dans ce contexte.

► L'eau pour la vie et la société : Débattre les différents modèles d'intervention pour garantir l'accès à l'assainissement et à l'eau et analyser les résultats que les différents acteurs sociaux (organisations internationales, gouvernements, syndicats, associations, universités et mouvements féministes) ont obtenus grâce à leur recherche et à leur travail, en mettant en place des programmes visant l'amélioration de l'accès, de la qualité de l'eau et de l'assainissement.

► L'eau pour la vie et les implications pour les dirigeants : Déterminer, à partir de différents points de vue (chercheurs, médias, gouvernements), les mesures politiques à mettre en place en vue de garantir l'eau pour la vie, une eau en quantité et en qualité suffisantes pour protéger la santé des individus et des populations.

2. RÉFLEXIONS

Le droit à l'eau, un droit de l'homme reconnu?

L'eau est un élément essentiel pour la vie. C'est un déterminant primordial de santé et la condition préalable indispensable à la réalisation de tous les autres droits de l'homme. Le Comité des droits économiques, culturels et sociaux des Nations Unies a voté en 2002 une "observation générale" sur l'eau en tant que droit de l'homme (Observation générale numéro 15- Genève, 11-29 novembre 2002) qui indique que: *"l'eau est essentielle à la vie et à la santé. Le droit à l'eau est indispensable pour mener une vie digne. Il est une condition préalable à la réalisation des autres droits de l'homme"*.

L'Observation générale souligne que *"le droit à l'eau consiste à un approvisionnement suffisant, physiquement accessible et à un coût abordable d'une eau salubre et de qualité acceptable pour les usages personnels et domestiques de chacun"*, imposant aux gouvernements d'adopter des stratégies et des plans d'action qui permettront d'œuvrer avec efficacité à la réalisation complète de ce droit.

Dans quelle mesure l'accès à l'eau et à l'assainissement et la qualité de l'eau affectent-ils la santé des populations?

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) a estimé que 25 à 33 % du fardeau global de la maladie résulteraient de facteurs d'origine environnementale. Les enfants âgés de moins de 5 ans sont les premières victimes de cette charge environnementale. La proportion des risques environnementaux diminue en fonction du développement économique. D'autre part, l'estimation a révélé de profondes inégalités de santé qui ont un lien direct avec l'eau.

Sur une année, les victimes mortelles des maladies diarrhéiques sont supérieures à celles de la

malaria. Garantir l'accès à l'eau potable est la condition sine qua non pour améliorer la qualité de vie des personnes (en raison du besoin physique de l'eau comme boisson, du manque d'hygiène et de l'augmentation des pathologies associées qui proviennent de sa pénurie). L'eau non potable véhicule de nombreuses maladies, enclenchant alors le cercle vicieux de la pauvreté : manque d'eau, maladie, incapacité professionnelle, accroissement de la pauvreté, augmentation du manque d'eau, multiplication des maladies.

Outre les maladies qui sont traditionnellement liées à l'eau telles que les diarrhées, le paludisme, la schistosomiase, les helminthiases intestinales (ascaridiase, trichuriase, ankylostomiase), l'encéphalite japonaise, l'hépatite A, l'intoxication arsenicale ou la fluorose dentaire et osseuse, il convient de tenir compte de la présence dans l'eau de composés toxiques persistants (les CTP) dont le taux réel actuel et les tendances, ainsi que la diversité géographique, environnementale et sociale, n'ont pas encore fait l'objet d'études approfondies. Une grande partie de l'effet négatif que certains CPT possèdent sur la qualité de vie de vastes couches de la société pourrait être évitée si nous décidons de changer immédiatement nos modes de travail, de production, de transport, de consommation ou autres qui sont à leur tour essentiels dans l'organisation de nos sociétés.

L'activité humaine proprement dite contribue à aggraver cette situation. Le changement climatique, l'augmentation de la consommation globale de l'eau et la pollution croissante des fleuves, des lacs et des eaux souterraines ne font qu'accentuer l'ampleur de tels problèmes.

Qu'en est-t-il des objectifs du Millénaire pour le développement relatifs à l'eau ?

La cible 10 de l'objectif 7 des Objectifs du millénaire pour le développement (OMD) est de *“Réduire de moitié, d'ici à 2015, le nombre de personnes n'ayant pas un accès durable à l'eau pota-*

ble et aux services élémentaires d'assainissement”. Selon ce dernier et sur la base des données de 2004 publiées par l'OMS :

► Pour atteindre la cible des OMD relative à l'approvisionnement en eau, il faudrait que chaque jour, de 2004 à 2015, 260.000 personnes puissent accéder à une alimentation en eau améliorée.

► Pour atteindre la cible des OMD relative à l'assainissement, il faudrait que de 2004 à 2015, 370.000 personnes puissent accéder chaque jour à des services d'assainissement améliorés.

Actuellement, 1 % du PIB y est consacré et 5 % seraient toutefois nécessaires à l'amélioration des infrastructures d'accès à l'eau et à l'assainissement en vue d'atteindre les OMD. Dans le cas contraire, il y aura plus d'un million de décès dus aux maladies diarrhéiques, des coûts exorbitants de santé et une immense perte de temps consacré à la formation en raison des répercussions des maladies mais aussi du temps perdu à la recherche de la ressource.

Les prévisions de la croissance de la population laissent présager une forte augmentation de la population urbaine (en nombre de villes de plus de 10 millions d'habitants dont 80 % se trouveront dans des pays pauvres) ; cette donnée devra être prise en compte lors de la planification et de la mise en place de projets d'accès à l'eau et à l'assainissement.

Qu'en est-t-il de l'efficacité des interventions ?

Il existe différents types d'interventions réalisables en matière d'eau (augmentation de l'accès, amélioration de l'assainissement, amélioration des habitudes hygiéniques et des modes de vie des personnes). Le bénéfice de telles interventions doit être évalué sur le terrain, en tenant compte des populations auxquelles elles sont destinées et des conditions de leur mise en oeuvre.

Actuellement, l'effet direct que de telles actions possèdent sur la santé et la diminution de nombreuses maladies telles que la diarrhée ou le trachome fait l'objet d'un consensus scientifique, de même que les effets non sanitaires (discrimination liée au sexe puisque dans certains villages, les filles ne vont plus à l'école s'il n'y a pas d'assainissement nécessaire). Mais nous savons également que d'autres interventions sont vouées à l'échec comme la conception de programmes d'assainissement trop éloignés de la réalité locale où ils seront appliqués.

Il faut citer parmi les facteurs qui contribuent à la réussite des interventions en matière de santé publique :

- Le soutien politique et l'implication des gouvernements
- Le leadership local
- La mobilisation communautaire
- Les ressources suffisantes

Si les besoins de la population ne sont pas pris en compte dès l'identification des problèmes et si des interventions participatives ne sont pas effectuées, il y a de forte chance que les projets se soldent par un échec car les destinataires des actions n'en percevront pas les bénéfices. Il s'agit d'un facteur essentiel dans la durabilité et le succès de ces projets ; aussi faut-il donner aux acteurs la possibilité réelle et les mécanismes qui faciliteront cette participation.

Afin d'atteindre une connexion entre les acteurs locaux et gouvernementaux, il convient de créer des espaces de concertation et de soutenir la prise de décisions et la mise en oeuvre de politiques au service de la gestion basées sur les expériences du collectif.

Quelles solutions sont envisagées ?

Le groupe de travail chargé de l'eau et de l'assainissement (Projet du Millénaire) des Nations

Unies (11) prévoit, pour atteindre l'objectif du Millénaire relatif à l'eau et à la santé, de réduire de moitié d'ici à 2015, le nombre de personnes qui n'ont pas accès à une eau potable salubre et aux services d'assainissement, de reconnaître la primauté de l'action au niveau national et infra-national – le plus proche possible du lieu où se trouvent les problèmes et les opportunités. La clef pour atteindre les objectifs sera de mobiliser ces mêmes personnes, pays par pays, en privilégiant notamment les quartiers les plus défavorisés et les autres communautés marginales où l'accès au service laisse à désirer. L'approche doit commencer de toute évidence par les raisons.

Il incombe aux gouvernements locaux, régionaux et nationaux d'élargir l'accès à l'alimentation en eau et aux services d'assainissement. Ils doivent garantir la disparition de ces inégalités notoires dans l'accès à l'eau et à l'assainissement. Même si les autorités n'ont pas besoin de participer directement à la réalisation des services, elles doivent néanmoins établir des normes applicables aux prestataires desdits services (y compris les services publics et privés) et intervenir le cas échéant pour progresser dans le bon sens. Il est essentiel que le point de départ soit une action nationale – reconnaître les OMD comme objectifs de développement avec une priorité nationale, mettre en place des stratégies et des plans d'action pour y parvenir, donner des opportunités au service de l'action de la communauté et mobiliser la conscience et le soutien publics, notamment en matière de services d'assainissement et d'hygiène.

La gestion de l'eau doit être effectuée de manière globale, en tenant compte de tous les acteurs qui interviennent dans le processus (gouvernements nationaux, régionaux, locaux, comités de l'eau, ONG, ...). La manière d'assurer un consensus entre les différentes parties d'un procédé de travail où peut surgir un conflit d'intérêt passe toujours par le dialogue et la négociation. Ainsi, deux éléments qui sont étroitement liés sont essentiels : une vocation de transparence et la disponibilité de systèmes d'information permettant la prise de

décisions. Ceci permet de créer des espaces où des accords sont possibles à tous les niveaux de gouvernance, transformant ces procédés en instruments d'apprentissage.

Afin d'atteindre les objectifs d'accès à l'eau et à l'assainissement, il faudra augmenter l'aide internationale de 0.9 billions de dollars par an. Cette tendance est d'ores et déjà en marche et il s'agit donc d'un objectif réaliste et plausible. Toutefois, une redistribution est indispensable pour que cette aide porte vraiment ses fruits. 2 centimes de dollars par jour et par habitant des pays développés serait le coût nécessaire pour garantir l'eau et l'assainissement dans le monde entier.

À partir de quelle perspective doit-être résolu le problème?

Les problèmes qui affectent notre santé sont complexes et sont d'origines diverses. La santé dépend tant de l'organisation sociale dont nous nous dotons que de la propre réalité de l'écosystème où nous vivons. Les deux sont en rapport avec la structure du pouvoir et des formes de gouvernement de nos sociétés.

Cette approche provient d'une perspective de recherche et d'application pratique afin de proposer des stratégies « gagnant-gagnant » qui améliorent l'organisation sociale et la santé des écosystèmes. Il s'agit d'appréhender les problèmes en amont, y compris les aspects qui ont un lien à notre mode de vie, à notre habitat, aux inégalités sociales, aux valeurs culturelles, aux styles de vie ainsi qu'aux propres alimentations en eau et aux infrastructures.

Le point de vue doit donc aller au-delà de la prestation de services. Il doit être global et garantir la durabilité. La santé et le développement des êtres humains dépendent d'écosystèmes sains. Les écosystèmes se détériorent sous la pression des activités et des patrons du développement humain. Il apparaît ainsi un besoin urgent de compren-

dre le lien qui existe entre la santé publique, les écosystèmes et les conditions sociales et économiques. Le but est de concevoir des interventions pour rapprocher les personnes et les écosystèmes et par là-même les protéger.

Quel rôle jouent les médias et les technologies de communication?

Les défis actuels (croissance de la population, augmentation de la population dans les villes, consommation accrue, changement climatique) incitent à une nouvelle culture de l'eau dans la société et au sein des institutions : des aspects essentiels en matière d'eau requièrent des informations et des décisions communes. L'information, la transparence et la participation sont essentielles pour le changement.

Les médias doivent assumer leur responsabilité afin de garantir le droit de la population à être bien informée, un élément indispensable à leur participation en tant qu'usagers et citoyens. Pour cela, les médias se doivent de favoriser la conscience écologique de la société. Néanmoins, tant que les médias continueront à faire la une avec des demi-vérités et un manque absolu de rigueur dans le seul et unique but de vendre, l'information ne sera jamais transparente.

Internet est un outil extraordinaire qui offre un accès plus élargi à l'information. Les gouvernements devraient mettre à profit ces ressources afin de favoriser un meilleur échange des connaissances entre les usagers. Mais cette globalisation de l'information n'est pas encore réelle puisque la carte d'accès à Internet correspond à la carte de l'accès à l'eau.

Être informé permet de prendre des décisions et de déterminer la valeur des différentes propositions. Pour ce faire, ces systèmes doivent offrir une souplesse et une capacité d'adaptation aux nouvelles situations, en apportant une philoso-

phie d'amélioration continue et d'innovation au fur et à mesure que les nouvelles technologies de l'information et des communications évoluent.

Quelle est la responsabilité des systèmes de santé publique ?

La recherche en matière de santé publique doit répondre aux répercussions que les changements de la qualité et de la quantité de l'eau peuvent avoir sur la santé des populations. D'autre part, il est essentiel que les dirigeants politiques utilisent le bon sens disponible pour mettre en place des mesures qui garantissent la qualité de l'eau, tout en assurant que les systèmes d'information servent à l'obtention de données évaluables pour les appliquer ensuite en vue de la mise en place de politiques adéquates. Les responsables politiques doivent disposer et utiliser l'information opportune, pertinente et fiable sur l'environnement afin d'apporter des réponses aux problèmes environnementaux de notre époque. L' "évaluation de l'impact sur la santé(12)", une combinaison de procédés, de méthodes et d'instruments qui permettent de mesurer les possibles effets d'une politique, d'un programme ou d'un projet en matière de santé de la population, et dans notre cas, l'effet sur la santé des politiques sur l'eau, est un instrument utile à la prise de décisions.

Qu'est-ce que l'eau pour la vie ?

Le fait qu'il y ait peut-être une définition claire peut aider à révéler qu'il existe de nombreuses personnes qui n'ont pas d'eau pour vivre. Cela peut servir à identifier qui, « en fermant les robinets », bafoue le droit essentiel à la réalisation des autres droits fondamentaux. Cela peut servir à distinguer clairement l'eau comme droit humain et l'eau comme bien commercial et à chercher des stratégies pour mettre en marche définitivement les actions nécessaires à la réalisation de ce droit fondamental sans lequel aucun autre droit n'est possible. L'eau pour la vie, l'eau pour la survie des hommes ⁽¹³⁾.

3 APPLICABILITÉ ET REPRODUCTIBILITÉ

L'évidence indique que le succès est lié à la participation de la population bénéficiaire et lorsqu'on favorise les groupes qui subissent le plus d'inégalités comme par exemple ceux qui sont touchés par la discrimination fondée sur le sexe. Les femmes ne sont pas victimes des procédés mais elles font partie d'une société et doivent participer et bénéficier du droit à être impliquées dans les procédés de gestion de l'eau.

Un facteur déterminant est l'incorporation des programmes d'eau et de santé à l'ordre du jour des dirigeants politiques pour qu'ils se l'approprient et l'incluent à part entière dans leur programme pour fomentier la demande dans la société et que cette dernière l'assume comme un progrès essentiel et prioritaire afin d'atteindre le droit à la santé pour tous.

L'implication de la société implique la considération nécessaire de la réalité locale, ce qui représente la contextualisation obligée des solutions. La participation de la société n'est possible que par la transparence. Comme il a été indiqué, les systèmes d'information en tant qu'éléments de support pour la prise de décisions, sont des pièces maîtresses de la participation citoyenne qui garantissent la transparence. Il ne s'agit pas de connaître le cycle de l'eau mais le rapport de l'accès, la gestion et la consommation avec l'environnement (social, politique). Les systèmes d'information devraient être intégrés dans la société pour obtenir des résultats positifs, apporter des données en temps réel, des informations essentielles et des prévisions.

Pour ce faire, il est indispensable d'adopter un point de vue global et durable qui apporte une réponse aux besoins de conservation des écosystèmes et à la réalité sociale et d'avoir une vision transdisciplinaire (sanitaire, environnementale et sociale) qui brise les barrières et évite les conflits qui n'existaient pas auparavant.

4. REFERENCES

(1) Saramago J. Ensayo sobre la ceguera. 3ª ed. Punto de Lectura. Madrid, 2006

(2) Datos extraídos de la Organización Mundial de la Salud. Consultables en: http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/es/index.html

(3) Hinrichsen, D., Robey, B., Upadhyay, U.D. "Soluciones para un mundo con escasez de agua". Population Reports, Serie M, No. 14. Baltimore, Johns Hopkins School of Public Health, Population Information Program, 1998.

(4) World Health Organization (WHO). Our planet, our health—Report of the WHO Commission on Health and Environment. Geneva, WHO, 1992. p. 106-144.

(5) World Health Organization (WHO). Health and environment in sustainable development five years after the earth summit. Geneva, WHO, 1997. p. 19-133.

(6) Klohn, W. and Wolter, W. Perspectives on food and water. Presented at the International Conference of Water and Sustainable Development, Paris, Mar. 19-21, 1998. p. 1-6.

(7) Niemczynowicz, J. Wasted waters. UNESCO Sources, No. 84, p. 8. Nov. 1996.

(8) Havas-szilagyi, E. National groundwater protection program in Hungary. International Conference of Water and Sustainable Development, Paris, Mar. 19-21, 1998. p.1-5.

(9) Shiklomanov, I.A. Assessment of water resources and water availability in the world. Stockholm, Stockholm Environmental Institute, 1997. p. 1-88.

(10) Environmental Protection Agency (EPA). The quality of our nation's water: 1994. Washington, D.C., EPA, Dec. 1995. p. 209.

(11) "Agua para la vida. Iniciativa del agua de la UE" Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, 2004 ISBN 92-894-4433-9

(12) "Cómo lograr los objetivos de desarrollo del milenio con respecto al agua y saneamiento: ¿qué será necesario?" Informe Sumario Provisional. Grupo de Trabajo sobre Agua y Saneamiento. Proyecto Milenio. Diciembre de 2003.

(13) Rueda Martínez de Santos, J.R. "Guía para la evaluación del impacto en la salud y en el bienestar de proyectos, programas o políticas extrasanitarias" Investigación Comisionada. Vitoria-Gasteiz. Departamento de Sanidad. Gobierno Vasco, 2005. Informe nº: Osteba D-05-04.

(14) Comité de las Naciones Unidas sobre los Derechos Económicos, Sociales y Culturales. Observación General número 15 (Ginebra, 11-29 de noviembre de 2002)

CONCLUSIONS

L'eau et la santé

L'évidence scientifique du rapport entre l'eau et la santé ayant été largement prouvée, il est alors temps de passer aux prises de décisions et à l'action. Il n'est plus besoin de démontrer la transcendence de l'eau comme condition préalable à la vie, à la santé ni les iniquités qui existent actuellement de cet ordre entre les populations. Les dirigeants politiques se devront donc d'adopter les mesures nécessaires pour mettre un terme à ces inégalités et protéger ce droit des populations.

L'eau et la société

Il est nécessaire d'approfondir le débat de l'utilisation de l'eau comme droit de l'homme (selon les observations des Nations Unies), comme affaire, comme bien ou comme marchandise et rechercher les formes de gestion les mieux adaptées

et basées sur le droit à la santé de l'ensemble des êtres humains.

Bien que les OMD relatifs à l'eau n'aient pas encore été atteints lors de la première moitié de la période prévue à cet effet, il faut définir quelles sont les mesures qui sont vraiment efficaces, en tenant compte de l'explosion de la population mondiale et qui se reflètent dans l'amélioration de l'accès au droit essentiel que représente l'eau. Un accord global d'engagement envers ces objectifs serait très profitable ainsi qu'une implantation locale, en cédant le rôle aux gestionnaires et aux populations bénéficiaires.

L'eau et les implications pour les dirigeants

La recherche doit être incluse dans la prise de décisions politiques. De même, il est essentiel d'évaluer les politiques qui sont mises en place en matière d'eau et de santé pour garantir les résultats pour lesquels elles avaient été conçues. Au niveau de la santé publique et des institutions correspondantes, adopter un point de vue global où se rejoignent des disciplines sociales, environnementales outre celles purement sanitaires, permettrait de favoriser la compréhension de cette question complexe mais abordable qui est l'impact du manque d'accès à l'eau ou l'accès à une eau insalubre sur la santé des populations.

RECOMMANDATIONS

I. L'accès à l'eau est un déterminant essentiel de la santé et une condition préalable à la vie des êtres humains.

II. Les gouvernements doivent s'engager à garantir ce droit aux citoyens.

III. La participation sociale est un élément essentiel qui requiert information et transparence.

IV. Les gouvernements ont besoin de ressources pour mener à bien ces propositions qui doivent viser des perspectives globales de développement et de changement.

V. La qualité doit dépendre du milieu et elle doit s'adapter à chaque contexte et réalité.

VI. Il faut éliminer toutes les inégalités de l'accès à l'eau et à l'assainissement (entre pays classes sociales, sexe, milieu urbain et rural)

VII. La prise de décisions doit être soutenue par l'évidence de la recherche et par les systèmes d'information, avec des réponses orientées vers l'amélioration des écosystèmes et de la société dans laquelle nous vivons.

INTERVENTIONS DESTINÉES À RÉDUIRE LES INFECTIONS LIÉES À L'EAU ET AUX EXCRÉTAS DANS LES RÉGIONS DÉFAVORISÉES

Wolf-Peter Schmidt

RÉSUMÉ:

L'accès limité à l'eau et aux installations sanitaires est associé à de nombreuses affections, comme la diarrhée, les vers intestinaux, la bilharziose et le trachome, entre autres. Il est difficile d'évaluer les effets des interventions en matière d'eau, d'assainissement et d'hygiène sur la santé. Même les essais randomisés ont parfois bien du mal à fournir des estimations non biaisées. Outre les données relatives aux effets sur la santé, les estimations des effets bénéfiques sur des domaines non liés à la santé et des effets indésirables potentiels jouent donc un rôle déterminant dans le processus de prise de décision. En ce sens, une plus grande priorité doit être accordée à l'accès à une quantité suffisante d'eau et aux installations sanitaires. Le recours aux technologies à bas coût est donc nécessaire, car les régions défavorisées ne peuvent pas se permettre de s'offrir les approches coûteuses des pays industrialisés, qui leur seraient de toutes façons probablement inutiles. De nombreuses interventions en matière d'assainissement se traduisent par un échec. Celles qui sont couronnées de succès, bien qu'elles ne reposent que sur de petites subventions, comptent souvent sur un

grand soutien politique, des instances dirigeantes locales et la mobilisation de l'ensemble de la communauté.

La promotion (à travers des campagnes d'information) de l'hygiène personnelle, comme se laver les mains, peut compléter ces interventions et produire des effets bénéfiques supplémentaires sur la santé. Toutefois, le changement de comportement s'avère difficile en l'absence d'avancées en matière d'accès à l'eau et d'assainissement. Le traitement de l'eau au point d'utilisation (à la maison) est présenté comme un moyen très efficace de réduire les maladies diarrhéiques, mais les estimations issues des essais contrôlés randomisés pourraient, comme pour les interventions en matière d'hygiène, avoir été en grande partie exagérées, l'acceptation de ces interventions restant faible dans les populations défavorisées.

MOTS CLÉS:

Interventions en matière de santé publique, assainissement, eau, hygiène, diarrhée.

LA CRISE DE L'EAU POTABLE AU BANGLADESH, CONTAMINÉE PAR L'ARSENIC: CONSÉQUENCE SUR LA SANTÉ PUBLIQUE, MESURES D'ATTÉNUATION DES EFFETS ET DURABILITÉ

Mobarak Hossin Khan, Alexander Kraemer y Mitsuru Mori

RÉSUMÉ:

L'accès à une eau potable salubre est un droit fondamental, indispensable à la vie. Bien que le Bangladesh compte de nombreuses ressources en eau, aussi bien de surface que souterraines, les maladies hydriques contractées par la consommation de ses eaux de surface et la récente contamination de ses eaux souterraines par l'arsenic mettent malheureusement ce pays aux prises avec un défi colossal. 97 % de la population rurale boit encore aujourd'hui l'eau souterraine qu'elle pompe à la main de ses millions de puits tubulaires.

L'exposition prolongée à un taux excessif d'arsenic ($>0,05$ mg/l) est extrêmement toxique et affecte tous les organes et tous les systèmes du corps. Un grand nombre d'effets indésirables sur la santé sont associés à la consommation d'eau contaminée par l'arsenic. La consommation prolongée dans le temps de cette eau peut voir le risque d'apparition de plusieurs types de cancers, comme les cancers de la peau et du foie, augmenter. Une concentration d'arsenic plus élevée encore avait été détectée pour la première fois en 1993 et on estime que le nombre de personnes en danger pour avoir consommé cette eau s'élève à 35 millions. Plusieurs milliers de patients souffrant

d'arsénicose ont déjà été identifiés et il est attendu que leur nombre évolue rapidement dans les années à venir.

Le gouvernement du Bangladesh a déjà testé, avec la coopération de différentes organisations nationales et internationales, différentes options en vue de retrouver une eau potable salubre dans les zones affectées, mais aucune ne s'est avérée faisable et durable ni du point de vue de l'acceptation et de la maintenance ni du point de vue financier et sanitaire. Cependant, des stratégies de prévention reposant sur des facteurs significatifs liés à la consommation d'eau contaminée par l'arsenic pourraient toutefois permettre d'améliorer la situation générale. En bref, ce document fournit un compte-rendu détaillé sur les eaux souterraines contaminées par l'arsenic, les sources de contamination, ses conséquences sur la santé, les mesures d'atténuation des effets et de préventions, et sur tout ce que cela implique pour le Bangladesh.

MOTS CLÉS:

Eau potable souterraine, contamination par l'arsenic, conséquences sur la santé, stratégies de prévention, Bangladesh.

LA QUALITÉ DE L'EAU DE CONSOMMATION DANS LES COMMUNAUTÉS RURALES DE L'OUEST DU NICARAGUA

Octavio Guevara Villavicencio, Aura Lyli Orozco, Oscar González, Javier Aguirre, Guadalupe Álvarez, Saugar Gema de la Cruz María Enriqueta Arias Fernández et María Isabel Pérez Leblic

RÉSUMÉ:

L'objectif de cette étude était de déterminer la qualité de l'eau de consommation du secteur rural nord-est de Léon (14 communautés), selon les normes de qualité du Ministère de la santé du Nicaragua (normes CAPRE) et leurs éventuelles sources de pollution.

L'étude a donné lieu à un échantillonnage de 69 sources d'eau qui alimentent 47.9 % de la population totale du secteur. Ces échantillons ont ensuite fait l'objet d'analyses microbiologiques, physico-chimiques et d'analyse de pesticides.

Des échantillons de terrain ont été prélevés afin de connaître le degré de perméabilité du sol. Une enquête a été d'autre part effectuée quant à l'état des puits et aux conditions hygiéniques et sanitaires de la région.

Après avoir obtenu les résultats, des analyses statistiques pertinentes ont été réalisées pour l'étude de possibles associations entre les différentes variables.

Les principaux résultats de l'étude ont révélé que 97.1 % des échantillons analysés ne répon-

dent pas aux paramètres établis par le Ministère de la santé pour la consommation humaine. La pollution prédominante est d'origine microbienne (97.1 % des échantillons sont contaminés selon l'analyse microbiologique), suivie de la pollution physico-chimique (31.3 %) et enfin par la pollution due aux pesticides (18.8 %)

Les essais statistiques ont associé de manière significative ($\Phi=0.580$ $p<0.05$)⁶ la pollution microbienne avec le type de puits (artisanal, perforé ou bassin de stockage) et la forme d'extraction de l'eau à l'aide d'une poulie, d'une pompe électrique ou d'une canalisation ($\Phi=0.599$ $p<0.05$). Un rapprochement significatif a également été souligné entre la contamination microbienne et la présence d'animaux domestiques près du puits.

Les résultats montrent que la pollution apparaît essentiellement par une introduction directe, avec l'immersion des cordes qui en traînant par terre sont souillées par la charge fécale présente autour du puits.

MOTS CLÉS:

Qualité bactériologique de l'eau, paramètres physico-chimiques, résidus de pesticides.

⁶ Significatif statistiquement pour le test de Phi et V de Crâmer avec une marge de fiabilité à 95 %.

LE RAPPORT ENTRE L'ACCÈS À L'EAU, L'ASSAINISSEMENT ET L'AMÉLIORATION DE LA SANTÉ. EXEMPLE DU PROGRAMME D'INGENIERÍA SIN FRONTERAS EN TANZANIE

Alejandro Jiménez Fernández de Palencia et Cristina Vela Plaza

RÉSUMÉ:

Le lien entre l'accès à l'eau, l'assainissement et l'amélioration de la santé a été démontré. Un cas concret qui met en évidence cet impact sur la santé et la qualité de vie de la population a été présenté suite aux résultats de l'évaluation d'une phase du programme d'encouragement aux habitudes d'hygiène, d'eau et d'assainissement (programme hydrosanitaire) qu'Ingeniería Sin Fronteras met en œuvre à Kigoma, en Tanzanie.

MOTS CLÉS:

Lien eau-santé, programmes de coopération, évaluation, Tanzanie.

EAU ET SANTÉ EN AFRIQUE, L'EXPÉRIENCE D'AMREF

Gerald K. Rukunga

RÉSUMÉ:

Dans le monde, environ 1,1 milliards de personnes n'ont pas accès à l'eau potable et 2,4 milliards de personnes vivent dans de mauvaises conditions d'assainissement. L'Afrique est la deuxième région du globe, derrière l'Asie du sud-est, la plus confrontée à ce manque d'accès. Des 770 millions d'habitants que compte l'Afrique sub-saharienne, seuls 58 % ont accès à l'eau potable et 36 % aux installations sanitaires. 70 % de la morbidité, notamment chez les enfants de moins de 5 ans, sont liés à un mauvais accès à l'eau potable et aux installations sanitaires. Les maladies diarrhéiques, qui tuent chaque année près de 700 000 enfants en Afrique sub-saharienne, méritent une attention particulière. Le climat variable, le réchauffement de la planète, la dégradation de l'environnement, la déforestation et la pollution des sources existantes, la demande accrue en eau pour différents usages, le manque d'affectation des ressources à la conservation et à la protection des sources, la pauvreté, le coût élevé des services, le manque d'application de lois et de politiques appropriées et l'ignorance, entre autres, sont autant de facteurs responsables de cette situation. En vue d'accroître cet accès, AMREF, la plus grande ONG africaine pour la santé basée sur le continent africain, a testé et documenté un modèle qui garantit un meilleur accès à l'eau potable et aux installations sanitaires et la durabilité des interventions reposant sur la participation des bénéficiaires. Ce travail s'est traduit par un plus grand accès à l'eau

potable et aux installations sanitaires, une réduction significative des maladies liées à l'eau, une augmentation de la production alimentaire et du reboisement, une meilleure conservation des sources, une plus grande scolarisation et de meilleurs résultats scolaires, notamment pour les jeunes filles, et a permis l'émergence d'autres sources de revenus liées à l'exploitation de l'eau.

AMREF s'est assurée et assure à son tour que toutes ces interventions respectent parfaitement l'environnement. Les leçons tirées se sont avérées utiles à d'autres acteurs, pour leur réutilisation et pour la mise en œuvre de nouvelles politiques et de nouvelles pratiques.

Toutefois, le manque de politiques et de lois adéquates, la pauvreté, les effets du réchauffement planétaire et la capacité des communautés à pérenniser leurs services d'approvisionnement en eau et d'assainissement dans l'ensemble de l'Afrique sont autant de défis qui restent à relever.

MOTS CLÉS:

Eau, assainissement, hygiène, accès, durabilité, partenariats, renforcement des capacités, influence sur la politique et les pratiques, impact environnemental, pauvreté, morbidité, mortalité.

L'EAU EN TANT QUE SERVICE PUBLIC ET SES IMPLICATIONS EN MATIÈRE DE SANTÉ. L'IMPORTANCE DE L'ASSAINISSEMENT URBAIN

David Hall et Emanuele Lobina

RÉSUMÉ:

L'extension des réseaux d'approvisionnement en eau et d'assainissement est considérée comme l'une des plus grandes contributions en faveur de la santé publique. Ce ne sont ni le recouvrement total des coûts ni les fournisseurs privés qui sont derrière ce développement historique, mais bien les finances publiques. Certains des plus grands pays en voie de développement ont fait le choix de poursuivre cette politique, avec des résultats probants. Les coûts demeurent ainsi abordables pour les pays dont la majeure partie de la population attend encore d'être raccordée ou pour les pays défavorisés nécessitant clairement qu'on leur prête main forte pour accélérer le développement de leurs réseaux. L'importance du financement public et des politiques gouvernementales s'est vue éclipsée par l'insistance des donateurs en faveur d'une participation accrue du secteur privé. Elle a également souffert d'attaques infondées selon lesquelles la corruption serait un phénomène propre aux pays en voie de développement, du souci d'obtenir une aide internationale en lieu et

place du financement public et de thèses avançant que les réseaux d'assainissement sont un concept culturel propre aux pays du Nord inapproprié et/ou inabordable dans les pays du Sud. La recette politique des donateurs s'est donc traduite par un développement tardif et inapproprié des réseaux d'approvisionnement en eau et d'assainissement, aux dépens des populations des pays en voie de développement et non aux leurs. Le plaidoyer en faveur du secteur privé s'inscrit dans les intérêts carriéristes des fonctionnaires et des hommes politiques des pays donateurs. Dans l'intérêt de la responsabilité et de l'efficacité économique, les politiques de l'eau et de l'assainissement doivent relever de décisions locales et nationales et non pas des analyses des donateurs internationaux.

MOTS CLÉS:

Finances publiques, assainissement, responsabilité, corruption, choix du public.

LA GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES HYDRIQUES: UNE BONNE GOUVERNANCE AU SERVICE DE L'ALIMENTATION DE LA POPULATION ET DE LA PROTECTION DE LA RESSOURCE

Patricio Cabrera Haro

RÉSUMÉ:

Les Nations Unies, dans leurs Objectifs du millénaire de développement (OMD) et l'Agenda 21, le Forum Mondial de l'eau et d'autres espaces planétaires, ont fixé des objectifs d'amélioration d'accès à l'eau, de gestion de la ressource et de la participation citoyenne. Les cibles visées sont loin d'être atteintes mais il ne faut pas pour autant abandonner les initiatives locales qui mettent en œuvre des pratiques de développement durables et une utilisation efficace des ressources naturelles.

Le travail sur la gouvernance de l'eau dans de tels contextes favorise l'application de ces principes et fait en sorte que les bénéfices s'étendent aux personnes et aux ressources naturelles. La négociation est la base des accords à différentes échelles, encourageant la gestion adéquate de

l'eau. Une gestion intégrée et négociée des ressources hydriques (GINRH) sans négociation de base entraînerait une série de compétences et de normes légales qui seraient vouées à l'échec car les besoins, les rapports et les conflits des acteurs impliqués n'y sont pas pris en compte.

C'est en partant d'une gestion intégrée et négociée des ressources hydriques (GINRH) que l'on peut poser les bases d'une meilleure distribution de l'eau entre les êtres humains et de la conservation des sources.

MOTS CLÉS:

Gouvernance, négociation, participation, conservation, distribution, conflits socio-environnementaux, changement social.

L'INTÉGRATION DE LA DIMENSION DE GENRE, L'AUTONOMISATION ET L'ACCÈS À L'EAU

Christine Verheijden

RÉSUMÉ:

L'eau est un élément essentiel à la vie. Profondément ancrée dans notre culture, elle gouverne nos vies à l'échelle de la planète. L'accès à une eau salubre en quantité suffisante est un droit de l'homme universel, mais pour une grande partie de la population mondiale ce droit n'est pas encore une réalité. De nombreuses personnes, notamment les personnes défavorisées, sont laissées pour compte, et bonne santé, sécurité alimentaire et bonne situation économique leur sont étrangères.

Tout le monde utilise l'eau mais les intérêts et les bénéfices des usagers diffèrent en matière de disponibilité, d'utilisation et de gestion de l'eau. Ils varient en fonction de leur sexe, de leur âge, de leur classe socio-économique, de leur appartenance ethnique, de leur religion, etc. Les femmes sont celles qui l'utilisent le plus, dans leurs tâches quotidiennes de gestion de leur foyer et du bien-être de leur famille et dans leurs activités de fermières et cultivatrices. Malgré cela, leurs responsabilités, cruciales, leurs intérêts et leurs contributions au secteur de l'eau ne sont que peu, voire pas, reconnus. À cela s'ajoute le fait qu'elles se voient souvent écartées par les professionnels de l'eau, un

milieu essentiellement masculin, lors de la planification et de la mise en œuvre de projets liés à l'eau.

Des données recueillies dans le monde entier montrent que la gestion des ressources en eau s'avère plus durable, efficace, efficiente et équitable lorsque la dimension de genre est prise en considération dans le processus de consultation, au même titre que la gestion et la mise en œuvre des services liés à l'eau. Et cela se traduit, en définitive, par une réduction de la pauvreté et une plus faible incidence des maladies hydriques.

Des explications plus détaillées des concepts d'intégration de la dimension de genre et d'autonomisation dans le secteur de l'eau sont fournies et illustrées par des exemples de leçons tirées et de bonnes pratiques dans ce cadre.

MOTS CLÉS:

Genre, autonomisation, production d'eau et production alimentaire, hygiène et assainissement, de l'eau pour la nature.

L'ACCÈS À L'EAU DANS LES CAMPS DE RÉFUGIÉS SAHRAOUI

Zahra R. Ahmed

RÉSUMÉ:

Le rôle des femmes sahraouies dans l'alimentation en eau des camps des réfugiés sahraouis a été crucial. Mais pour analyser l'expérience des femmes sahraouies quant à l'accès à ce besoin si important dans cette partie du désert, il convient tout d'abord de faire un rappel historique du conflit que subit le peuple pacifique du Sahara occidental. Sans comprendre les racines du problème, il est impossible de comprendre pourquoi les camps de réfugiés sahraouis existent encore. Dans ce cadre, nous découvrons les conditions dans lesquelles le peuple sahraoui a accès à l'eau, avec toutes les restrictions au niveau de sa disponibilité, son utilisation et sa consom-

mation, le besoin d'alimentation par le biais de puits et de camions citernes, les constructions de stations d'épuration ou encore la problématique qui découle des conditions extrêmes des camps avec l'impact correspondant sur la santé et la qualité de vie de ces personnes en général et notamment sur les conditions de vie des femmes qui sont chargées du transport de l'eau.

MOTS CLÉS:

Puits, camions citernes, santé, stations d'épuration, accessibilité, condition des femmes, Sahara, camps de réfugiés.

LES MÉDIAS ET LA NOUVELLE CULTURE DE L'EAU

Joan Busquet

RÉSUMÉ:

Le manque d'eau et la menace de la sécheresse ont mis en évidence l'attention accrue des médias envers les problèmes environnementaux, tout en révélant aussi les difficultés des journalistes à transmettre aux lecteurs des connaissances complexes et à leur apporter les clefs pour interpréter, de manière critique, des informations souvent partielles, confuses, trompeuses, intéressées ou partiales. La conférence part de l'analyse du traitement de la presse espagnole au sujet de la menace des restrictions d'eau dans la région de Barcelone, préconise une information permanente

sur la sécheresse et ses effets – qui englobe des aspects relatifs à la qualité des eaux et à la protection des écosystèmes – et souligne le besoin qui veut que les médias contribuent, avec rigueur, indépendance et respect du pluralisme, à la prise de conscience écologique de la société.

MOTS CLÉS:

Sécheresse, médias, conscience écologique.

L'EAU ET LA SANTÉ SUR INTERNET

Alejandro Maceira Rozados

RÉSUMÉ:

L'information sur l'eau était traditionnellement entre les mains des états et des organisations internationales. L'arrivée d'Internet a suscité un impact profond sur l'accès à l'information relative à l'eau, en la démocratisant et en permettant à chacun d'adopter une attitude plus active.

La conférence décrit les principales sources d'information relatives à l'eau qui existent sur Internet en France, en Europe et dans le monde.

À l'avenir, l'évolution d'Internet vers des modèles plus interactifs va bouleverser le mode de génération et d'échange de ces informations. De nouveaux outils tels que les blogs, Wikipedia ou les réseaux sociaux aident à mettre en commun des connaissances, à rejoindre des communautés et à coopérer pour l'amélioration des politiques mises en œuvre.

MOTS CLÉS:

Eau, Internet, information, communication, participation.

LES SYSTÈMES D'INFORMATION DE L'EAU ET LEURS IMPLICATIONS DANS LA SANTÉ PUBLIQUE

María Victoria Cañada Guallar

RÉSUMÉ:

Avec l'entrée en vigueur du Décret Royal 140/2003 qui établit les critères sanitaires de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine, la province de Teruel souhaite relever le défi de l'appliquer sur la base de sa réalité démographique : elle possède effectivement une des plus faibles densités de population d'Europe : 9,24 habitants / km².

La complexité de la gestion que l'administration exige aux petites municipalités dépasse largement les services disponibles actuellement. D'autre part, les citoyens, très sensibles à ce sujet, demandent la réalisation du droit à l'information et à l'accès à l'eau potable.

Le Conseil Général de Teruel a décidé de soutenir les municipalités en créant une entreprise mixte consacrée à la gestion des approvisionnements.

Un tel défi ne pouvait être relevé qu'avec la coordination des municipalités, des entreprises gestionnaires, des services de surveillance et de contrôle du Gouvernement d'Aragon. Une commission d'application du Décret royal 140/2003 a été formée en vue de fixer les objectifs, de les évaluer et d'échanger des informations.

Le défi a été relevé avec succès et au 1 janvier 2008, l'application du Décret royal 140/2003 dans la province de Teruel est plus que satisfaisante.

MOTS CLÉS:

Faible densité de population. Gestion de l'approvisionnement en eau. Systèmes d'information des approvisionnements. Transparence. Coordination.

LES SYSTÈMES D'INFORMATION DANS LA PRISE DE DÉCISIONS RELATIVE À LA GESTION DES EAUX

Andrés C. Caballero Quintana

RÉSUMÉ:

L'eau est à l'ordre du jour de l'agenda politique et des citoyens dans le monde entier. Sa pénurie et son caractère indispensable en font une ressource précieuse. Garantir une alimentation et des services d'assainissement de qualité, durables, efficaces et équitables est un des grands défis stratégiques que doit relever l'ensemble des gouvernements. Il s'avère donc indispensable de disposer d'un modèle de gestion de l'eau qui, en partant des principes de transparence et de participation, se serve des systèmes d'information qui facilitent la prise de décisions dans la gestion de l'eau.

Dans ce sens, les derniers progrès ont été considérables car au-delà des supports techniques et mathématiques notoires qui sont appa-

rus, un changement de perspective se profile quant aux systèmes d'information qui, motivé par l'apparition de politiques environnementales et des mouvements sociaux, modifie la vision « traditionnelle » de ces derniers. Un tel changement se distingue par l'évolution d'une perspective purement technique vers une autre où les facteurs liés aux sciences sociales et à la durabilité sont pris en compte. Ces innovations seront résumées dans ce document, avec la description des principaux modèles de systèmes d'information sur l'eau.

MOTS CLÉS:

Systèmes d'information, prise de décisions, participation, transparence, durabilité.

L'ÉVALUATION DE L'IMPACT SUR LA SANTÉ APPLIQUÉE AUX POLITIQUES DE L'EAU

José Ramón Rueda Martínez de Santos

RÉSUMÉ:

La santé individuelle et collective est le résultat de l'interaction de multiples facteurs dont l'alimentation, l'eau et l'assainissement, les conditions professionnelles et environnementales, l'accès à des services sanitaires efficaces, l'éducation, les modes de vie, les inégalités sociales ou les facteurs génétiques.

L'évaluation de l'impact environnemental est un procédé obligatoire réservé à certains projets qui analyse par ailleurs, de manière très limitée, son éventuelle influence sur les personnes, déterminant uniquement les niveaux sonores autorisés et la pollution et négligeant tout autre impact important sur d'autres déterminants de la santé et du bien-être.

L'évaluation de l'impact sur la santé est une combinaison de procédures, de méthodes et d'outils qui permettent de juger une politique, un

programme ou un projet par rapport à tous leurs effets potentiels sur la santé et le bien-être de la population et sur leurs déterminants. Elle porte une attention particulière à l'analyse de la distribution de ces effets dans les différentes couches de la société.

La philosophie générale et la méthodologie de l'évaluation de l'impact sur la santé ont été présentées lors de la conférence ainsi que des exemples concrets de son application à des projets et des politiques en rapport avec l'eau.

MOTS CLÉS:

Déterminants sociaux de la santé et du bien-être, évaluation de l'impact sur la santé, stratégies politiques et projets relatifs à l'eau.

L'EAU POUR LA VIE, LA SANTÉ ET LA DURABILITÉ: UNE APPROCHE ÉCOSYSTÉMIQUE POUR LA RÉINTÉGRATION DE LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU PARMIS LES DÉTERMINANTS DE LA SANTÉ

Margot Parkes, Karen Morrison, Martin Bunch et Henry Venema

RÉSUMÉ:

Un nouveau sujet d'étude intéressant les domaines de la recherche, de la pratique et de la politique se fait jour, à savoir le lien entre la gestion des ressources en eau et les déterminants « en amont » de la santé. L'intérêt accru porté à la gestion de l'écosystème dans les bassins hydrographiques (également connus sous le nom de bassins fluviaux ou de bassins versants) et l'existence, dans ce contexte, de stratégies intégrées « gagnant-gagnant » visant à améliorer la santé et la durabilité en témoignent. La gestion durable et équitable des bassins hydrographiques peut être considérée comme un facteur agissant en amont sur les déterminants de la santé en ce sens qu'elle a une influence, entre autres, sur les moyens de subsistance, la pauvreté, les valeurs culturelles, la sécurité alimentaire, les modes de vie, ainsi que sur la fourniture des réseaux et des services d'eau de base. Partant d'un cadre intégré et des concepts clés des « systèmes de vie », des « moyens de subsistance » et des « liens » entre écosystèmes et

équité, cet exposé aborde la gestion des bassins hydrographiques comme la base d'une approche écosystémique en faveur de la vie, de la santé et de la durabilité. Ces concepts sont étudiés dans le cadre d'un projet portant sur le lien bassin hydrographique/santé au sein d'une communauté néo-zélandaise, avec des renvois aux initiatives menées à Hawaï, en Équateur, au Canada et aux Philippines. Les implications y sont abordées dans le contexte du renforcement des capacités en matière de gouvernance, de recherche et d'éducation, qui hisse la gestion de bassin hydrographique au rang des initiatives de coopération transectorielle dont les effets sont bénéfiques pour la santé, les écosystèmes et la société en général.

MOTS CLÉS:

Déterminants de la santé, gestion des ressources en eau, bassin hydrographique, écosystèmes, équité, gouvernance.

LA PROMOTION DE L'ASSAINISSEMENT ET DE L'HYGIÈNE EN MILIEU RURAL: L'EXEMPLE DE LA RÉGION SNNPR EN ETHIOPIE

Peter Newborne et Jo Smet

RÉSUMÉ:

Malgré le manque d'installations sanitaires et les mauvaises conditions d'hygiène en Afrique, l'assainissement et l'hygiène ne trouvent que très peu leur place au sein des agendas politiques.

D'abord portée à la connaissance internationale par le Water and Sanitation Programme (Programme de l'eau et de l'assainissement), la politique menée après 2003 par le gouvernement de la Région des nations, des nationalités et des peuples du Sud (SNNRP-Éthiopie) en matière d'assainissement et d'hygiène est maintenant étudiée dans le cadre d'un projet financé par le DFID (ministère du développement international), le programme « RiPPLE », visant à mesurer le succès de cette politique.

La construction et l'utilisation de latrines, le lavage des mains et la façon de stocker et d'utiliser l'eau dans les foyers ont fait l'objet d'une enquête quantitative et qualitative dans six localités de deux districts. Les processus institutionnel et de formulation de politique sont également pris en considération dans ce projet.

Dans les deux districts, le nombre de latrines au sein des foyers a considérablement augmenté en peu d'années. Plusieurs questions, comme la durabilité technique de cette vague de construction de latrines, sont soulevées et des observations témoig-

nant des lacunes persistantes en matière d'hygiène (lavage des mains), de stockage et d'utilisation de l'eau au sein des foyers sont formulées.

L'accompagnement politique, assorti d'une mobilisation institutionnelle, s'est avéré probant pour faire naître un « mouvement », initié avec le lancement et la mise en œuvre de la politique en matière d'assainissement et d'hygiène. Assainissement et hygiène ont été conçus comme parties intégrantes d'un ensemble de mesures d'assistance de base en matière de santé, politiquement attractives et faisables aussi bien sur le plan financier qu'administratif. Des documents « d'amorce » rédigés dans une stratégie de communication visant à motiver les hommes politiques et les fonctionnaires de la région sont venus s'ajouter aux documents conventionnels et techniques.

Des enseignements peuvent être tirés de cette expérience pour sortir d'autres régions de l'enlisement politique et institutionnel en matière d'assainissement et d'hygiène et placer le changement de comportement en matière d'hygiène plus au-devant de la scène.

MOTS CLÉS:

Accompagnement politique, documents «d'amorce», mobilisation des institutions, mobilisation du soutien des donateurs, durabilité.

Semaine Thématique 3

L'EAU POUR LA VIE

[Fleuves et durabilité]

Document de synthèse⁶

Coordinateur: **Marta González del Tánago**

E.T.S. Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid

1. INTRODUCTION

1.1. L'IMPORTANCE DES FLEUVES

Les fleuves sont les principaux systèmes naturels de drainage de la croûte terrestre et ils reçoivent les eaux de ruissellement provenant des excédents des eaux de précipitation, ainsi qu'une grande quantité de sédiments et de nutriments qui apparaissent dans leur bassin versant. Récepteurs d'une grande masse de matière et d'énergie, les fleuves sont les éléments qui ont le plus d'influence sur la topographie et la géomorphologie de notre planète, jouant un rôle très actif dans la transformation des vallées et des plaines d'inondation, dans leur sens longitudinal et transversal. Ils déterminent en grande mesure le degré d'humidité et de fertilité des sols, l'hétérogénéité de leurs conditions physiques mais aussi la beauté et la tranquillité des paysages.

L'intérieur des fleuves abrite de nombreuses communautés biologiques qui se succèdent, des parties les plus hautes aux parties les plus basses et du centre du courant vers les berges ; différents gradients écologiques s'organisent sur les rives, ce qui favorise le développement de nombreuses espèces caractéristiques ou associées à la présence de l'eau, constituant ainsi un écosystème avec une flore et une faune diverses et complexes.

Du point de vue géographique, les fleuves dessinent des couloirs naturels qui ont une importance capitale dans le fonctionnement hydrologique et écologique du territoire. Grâce à l'énergie de l'eau en mouvement et à l'effet rénovateur des crues et des inondations sur l'habitat, ce sont des systèmes naturels très dynamiques, avec une forte capacité de récupération face aux perturbations des agents qui les modèlent, disposant de nombreux mécanismes pour la régénération naturelle de leur flore et de leur faune.

D'autre part, les fleuves ont toujours fait partie des éléments naturels essentiels au développement des populations humaines qui s'en sont servis pour obtenir de nombreuses ressources vitales (eau, poissons, bois pour la fabrication d'habitation, etc.) et à leur croissance économique (navigation, production d'énergie, irrigation, etc.).

Une proportion très élevée de villes et de villages ainsi que des couloirs industriels et des axes de communication doivent leur emplacement et leur histoire de croissance et de développement à la présence d'un fleuve. Bon nombre de cours d'eau marquent une limite, servent de frontière entre pays ou sont à l'origine de guerres et de conflits, représentant aujourd'hui un immense potentiel de développement économique et social et offrant d'innombrables ressources naturelles en biens et en services et en tant qu'éléments privilégiés de tranquillité et de loisirs.

⁶ Ce document a été élaboré à partir d'un texte initial de commande rédigé par l'auteur, des conférences écrites, des présentations orales et des débats qui ont eu lieu au cours des séances et à partir de leur synthèse qui a été réalisée par les modérateurs, les rapporteurs et le coordinateur en collaboration avec l'équipe de la Tribune de l'eau.

1.2. LA DÉTÉRIORATION ENVIRONNEMENTALE ET L'USAGE DURABLE

L'état écologique des fleuves s'est progressivement détérioré au rythme de la croissance des populations, des industries et des activités économiques, pour arriver à la situation actuelle où la plupart des cours d'eau connaissent un appauvrissement écologique accru après avoir perdu une grande partie de leur dynamique, de leur diversité biologique, de leurs valeurs environnementales et de leur beauté.

Lors d'une première étape de développement économique, cette détérioration environnementale a surtout affecté la qualité des eaux (la pollution comme signe extérieur de croissance urbaine et de développement industriel, indicateur de "progrès"); puis elle a touché l'essence naturelle des cours (la régulation des rivières au moyen de barrages et de retenues pour augmenter l'offre de l'eau et sa disponibilité) et l'habitat physique (la canalisation comme procédé de contrôle de la dynamique fluviale et de la mise à profit intensive de la plaine d'inondation), affectant parfois de manière dramatique la composition et la structure des spécimens de flore et de faune ainsi que les dimensions de leur habitat.

Lors d'une phase plus récente et suite aux impacts mentionnés antérieurement, la détérioration environnementale s'est traduite par la dégradation progressive et, dans certains cas, irréversible des communautés biologiques, à cause de la disparition de nombreux endémismes présentant des conditions écologiques particulières, la diminution significative des populations de nombreuses espèces locales et la prolifération d'espèces exotiques envahissantes. Bon nombre d'entre elles provoquent de graves dommages écologiques et économiques comme la jacinthe d'eau ou la moule zébrée qui prolifèrent dans de nombreuses rivières espagnoles.

Cette situation des fleuves peut encore s'aggraver si des mesures urgentes ne sont pas

prises afin de contrôler les phénomènes de pollution des eaux, dégradation de l'habitat et invasion d'espèces toxiques, tous liés à une utilisation excessive des ressources naturelles des fleuves où l'eau est l'élément clef indispensable mais où d'autres éléments acquièrent aussi une plus grande valeur et une demande sociale tels que l'espace fluvial avec un relief propice à l'urbanisation et au tracé des voies de communication, les sédiments et les graviers pour la construction ou encore la pêche pour les activités sportives qui sont de plus en plus lucratives.

Afin de renverser cette tendance à la détérioration des fleuves, les gestionnaires de l'eau, les administrations et les responsables des politiques de développement et d'aménagement du territoire doivent faire preuve d'une meilleure prise de conscience écologique et d'un meilleur niveau de perceptions des problèmes. D'autre part, il convient de renforcer la participation et la collaboration des principaux usagers des ressources fluviales et des acteurs sociaux impliqués, tout en favorisant l'implication publique dans les questions relatives à la gestion, à la restauration des fleuves et à la conservation du milieu naturel.

Il ne s'agit pas de bloquer la croissance ou le développement économique des villes ni d'imposer les lois de la nature sur le bien-être des êtres humains mais de revoir les étapes suivies jusqu'à ce jour dans de nombreux pays développés ou en voie de développement en matière de gestion des fleuves et de leurs ressources, tout en analysant nos pertes de valeurs environnementales et de potentiel naturel dues à la dégradation de l'environnement. Dans ce sens, il est intéressant de souligner qu'une étude récente de la Banque Mondiale a mis en cause les critères traditionnels de la croissance économique, en élaborant un nouveau paramètre relatif à l'utilisation de la nature ; ce dernier doit être retenu de la propre richesse économique car il représente un appauvrissement du "capital naturel" de chaque région.

Sur la base de la “durabilité” en tant que notion d'équité intergénérationnelle et afin d'appliquer cette idée à la gestion de l'ensemble des fleuves, il s'agit de concevoir des procédures dans les formes d'action et de mise à profit des fleuves qui soient plus conformes et plus compatibles avec la conservation des procédés naturels, avec la préservation des particularités de l'habitat de chaque zone et de ses propres espèces et qui soient plus respectueuses du paysage créé par les couloirs fluviaux au fil du temps et de l'évolution écologique afin qu'ils perdurent et puissent être transmis aux générations futures.

La notion de durabilité et la revendication de l'usage durable des fleuves reposent sur une certitude : nous n'héritons pas des systèmes naturels et nous n'en avons pas le bénéfice exclusif en tant que propriétaires ultimes mais en tant qu'usufruitiers d'une propriété qui appartient à tous et dont les actifs doivent perdurer et passer de générations en générations sans affecter leur valeur et leur potentiel pour le bénéfice de l'espèce humaine.

1.3. LA RESTAURATION ÉCOLOGIQUE EN TANT QU'ALTERNATIVE

Une amélioration de la culture et de la sensibilité envers la nature, alliée à une croissance et un développement progressifs des populations et de plus grandes ressources, notamment dans certains pays, doit encourager à promouvoir une responsabilité morale de réparer les dommages causés aux écosystèmes naturels et de créer le besoin d'investir des ressources et de mettre tout en oeuvre pour la récupération de la qualité des eaux, la dynamique et l'hétérogénéité des fleuves, la variabilité et l'énergie du régime naturel des cours d'eau, la composition et la diversité des communautés biologiques, entre autres.

Notre époque doit se distinguer des précédentes par ce nouveau paradigme de dialogue avec la nature, en passant de l'exploitation des fleuves à leur restauration écologique dans le seul et unique but de récupérer ou augmenter la résilience des écosystèmes fluviaux ou leur capacité naturelle à se régénérer des perturbations naturelles ou provoquées par l'homme ; cette résilience doit être interprétée comme un indicateur positif d'intégrité et de santé environnementale.

Actuellement, il existe de nombreux pays qui possèdent une riche expérience en matière de restauration des fleuves ou de réhabilitation de leurs parties urbaines ou qui présentent un niveau supérieur de dégradation géomorphologique ou biologique. D'autre part, de nombreuses lois et règlements favorisent actuellement ce procédé de restauration écologique ; citons par exemple la Directive Cadre européenne sur l'Eau qui vise l'amélioration des écosystèmes fluviaux dans les pays communautaires tout en servant de référence à d'autres pays.

Dans ce procédé de récupération environnementale et de restauration écologique, on prête une importance toute particulière à la formation, l'éducation, la pédagogie environnementale à tous les échelons administratifs et politiques, ainsi qu'à la participation publique y compris la collaboration des principaux usagers ou des bénéficiaires des ressources fluviales. Il est bien entendu indispensable de disséminer les idées et les notions, d'échanger des expériences, des valeurs et des priorités ainsi que des principes éthiques de solidarité, d'équité et de justice environnementale.

2. LA PROBLÉMATIQUE DES FLEUVES À L'ÉCHELLE GLOBALE

Les caractéristiques naturelles des fleuves sont très différentes d'un pays à l'autre, en fonction de

la climatologie, du relief ou de la géologie, entre autres. Il en va de même pour les modes de vie des populations, leur alimentation, leur habitude, leur niveau de développement ou leur culture.

C'est pourquoi les niveaux de dégradation des fleuves et les conséquences de leur détérioration varient d'une région à l'autre, tout comme le degré de formation sociale pour les affronter et la disponibilité des ressources économiques et la technologie pour mitiger les effets de la détérioration.

Toutefois, les causes ou l'origine des problèmes des fleuves se ressemblent d'un pays à l'autre car ils sont provoqués par les mêmes pressions ou les mêmes activités humaines, bien qu'avec différentes intensités d'impacts ou d'effets sur l'écosystème fluvial.

L'agriculture, de par la demande d'eau d'irrigation, est peut-être l'activité qui a le plus de répercussion sur les fleuves à l'échelle globale. À cet effet, une multitude de barrages ont été construits dans de nombreuses régions (en Espagne, il en existe plus de 1.200 sur l'ensemble le réseau fluvial) afin de stocker l'eau et mitiger l'irrégularité temporelle des précipitations. D'importants systèmes de transvasements ont été également réalisés pour palier au déséquilibre régional des ressources hydriques, compte tenu du fait que la meilleure rentabilité agricole correspond très souvent aux régions les plus chaudes et par conséquent les plus sèches.

Cette régulation intense, considérée comme la principale cause de dégradation environnementale des fleuves à l'échelle globale, a complètement modifié le régime naturel des cours d'eau, la fréquence des crues et des basses eaux, leur synchronisation avec le régime des précipitations et des températures de chaque région. De tels phénomènes ont impliqué une transformation profonde de l'habitat fluvial unie à celle de ses communautés biologiques.

D'autre part, l'agriculture a favorisé la surexploitation des aquifères, les demandes d'irrigation ayant été satisfaites au moyen d'eau souterraine ; elle est également à l'origine du drainage de nombreuses zones humides, avec un impact sur le fonctionnement hydrologique de nombreuses régions, ce qui a réduit parfois de manière très significative la dimension et l'importance des lacs et des étangs intérieurs, tout en augmentant le degré de salinisation des sols, les eaux basses permanentes des fleuves ou le caractère temporel des cours intermittents, entre autres.

Enfin, l'agriculture est responsable de la perte de vastes extensions de forêts alluviales, car elle s'est emparée des plaines d'inondation des fleuves où les sols sont plus fertiles et plus humides. Nous trouvons là l'origine de la pollution diffuse par les engrais, les pesticides ou les insecticides qui affectent une grande partie du réseau fluvial à l'échelle mondiale.

L'urbanisation est une autre pression importante que subissent les fleuves, entraînant notamment une pollution due aux déchets urbains et à la canalisation des cours fluviaux pour tenter d'empêcher les inondations des zones urbanisées.

La croissance disproportionnée des villes qui a eu lieu au cours des 50 dernières années dans le monde entier n'a fait qu'accentuer le problème de la pollution urbaine, notamment dans les quartiers les défavorisés : une telle répercussion a non seulement touché le fonctionnement écologique des fleuves mais aussi la santé et le bien-être des populations riveraines.

De même, l'urbanisation des plaines d'inondation, la construction de lotissements, d'industries, d'infrastructures de transport ou d'offres de loisirs, entre autres, ont favorisé l'étanchéisation du sol dans les zones les plus perméables et essentielles à la recharge des aquifères et à la retenue de l'eau lors de crues, ce qui a di-

minué, par conséquent, le potentiel de récupération naturelle des aquifères et la capacité de laminage naturel des montées des eaux, augmentant le risque hydrologique des inondations.

D'autre part, la croissance urbaine a eu lieu très souvent dans les régions bénéficiant d'un climat plus clément, avec de faibles précipitations et des températures supérieures, ce qui a accru le déséquilibre entre la demande en eau et sa disponibilité naturelle, rendant nécessaire la construction de nouveaux systèmes de régulation des débits et de transvasements qui ont intensifié le niveau de pression exercé sur les différentes masses d'eau.

Si l'on compare les niveaux de détérioration des fleuves provoqués par l'agriculture et ceux provoqués par l'urbanisation, ils sont, dans le premier cas, plus répandus mais moins intenses ; le potentiel de régénération du système fluvial face aux cultures agricoles est dans la plupart des cas supérieur à celui des espaces urbanisés. La transformation des constructions et des infrastructures nécessaires à la récupération de la dynamique fluviale serait beaucoup plus coûteuse voire non viable en pratique, tout comme la régénération du sous-sol urbanisé alors que dans le cas de l'usage agricole, la restauration des espaces inondables, la récupération de l'habitat et la régénération de la végétation ripuaire naturelle seraient théoriquement plus simples.

La production d'énergie hydroélectrique est une pratique courante dans de nombreux pays et elle exerce également une pression considérable sur les fleuves en altérant leur régime naturel de débits, en créant des barrières pour la migration et la dispersion de différentes espèces et en empêchant entre autres le transport de sédiments et l'équilibre géomorphologique des cours d'eau.

La navigation fluviale revêt une grande importance dans de nombreux pays et la canalisation et le dragage de longues parties des fleuves ont été

nécessaires à son développement et sa maintenance, ce qui a affecté surtout les cours les plus importants en tant qu'axes de transport commercial. Ces opérations ont entraîné la perte de la dynamique fluviale et la diminution de l'hétérogénéité de l'habitat des berges et de la diversité des espèces associées aux rives et aux plaines d'inondation, sans compter les travaux réguliers de stabilisation des talus latéraux et des dragages du lit qui empêchent la récupération écologique de l'écosystème fluvial.

Enfin, l'extraction de graviers pour la construction et le dragage des lits pour l'extraction de métaux impliquent également des activités qui détériorent les fleuves en modifiant la stabilité et les caractéristiques de l'habitat, les flux sous-superficiels et souterrains ou l'intégrité du milieu hyporhéique et en détruisant la dimension verticale des systèmes fluviaux qui est indispensable à la maintenance de leur diversité biologique.

Malheureusement, la croissance et le développement économiques des pays ont toujours été étroitement liés à la détérioration environnementale des fleuves et de leur environnement. Les problèmes environnementaux se sont accrus, devenant de plus en plus intenses dans les pays européens qui ont connu l'essor agricole et industriel après la deuxième guerre mondiale. Ils touchent maintenant de manière plus grave d'autres régions à fort développement, proportionnellement à l'augmentation de leur revenu par habitant et leur accès à la consommation d'eau et d'énergie.

Dans ce contexte de la "durabilité" et de l'usage durable des fleuves et de leurs ressources naturelles, il s'agit une nouvelle fois de revoir le modèle de développement suivi jusqu'à ce jour par les pays développés qui ont atteint un niveau de détérioration environnementale et d'artificialisation du paysage très élevé. D'autre part, il convient de proposer, dans ces pays, d'autres perspectives en vue de diminuer les incidences sur les fleuves et de mitiger les effets produits tout en servant

d'exemple à autres régions qui peuvent encore éviter une telle détérioration de leur environnement.

3. LES DIFFÉRENCES DE PERCEPTION DES PROBLÈMES ET DES PRIORITÉS

Il est de toute évidence que l'intensité des impacts et des effets diffèrent selon le type de fleuves, en fonction de leurs caractéristiques géographiques, hydrologiques et écologiques même si de telles pressions sont identiques d'un pays à l'autre.

Par exemple, dans les fleuves les plus importants en débit et en taille, compte tenu de leur plus grande capacité de dilution, l'incidence des déversements est inférieure à celle qui touche les fleuves moins importants dans les zones arides ou semi-arides, où un taux très élevé voire la totalité des eaux qui y circulent correspondent aux déversements d'eaux résiduelles. Néanmoins, l'impact des infrastructures de régulation des débits peut être plus dramatique sur les grands fleuves que sur les cours d'eau moins importants, affectant un pourcentage plus élevé du réseau fluvial et l'hydrologie et l'écologie des régions dans une proportion nettement supérieure.

Néanmoins, il conviendrait avant tout de signaler la variabilité de la perception de la problématique des fleuves, selon le niveau de développement des pays et la disponibilité des ressources hydriques, déterminant les différences de priorité dans la gestion et la mise à profit des fleuves et dans leur conservation.

La plupart des pays européens et d'Amérique du Nord bénéficient aujourd'hui d'un bien-être économique et social élevé et la perception des problèmes des fleuves est surtout centrée sur les besoins d'eau domestique, l'alimentation, l'énergie nécessaire au transport et à l'industrie ou l'espace de loisirs. Dans ces pays, la sensibilité et

l'éducation de la société en matière d'environnement sont plutôt élevées ; il en va de même pour le degré de connaissance et de perception des problèmes environnementaux qui sont assez large, avec une conscience bien enracinée du besoin de préserver la nature et de mobiliser toutes les ressources économiques en vue de la restauration et de la conservation des systèmes naturels. Les lignes d'action prioritaires sont axées sur la protection de l'habitat et sur la récupération des espèces par le biais de la restauration et de la conservation des écosystèmes. Des aides importantes sont attribuées, alliées à une législation qui contribue notablement à la réalisation de ces objectifs. Citons à cet effet l'approbation et la mise en place en Europe de la toute récente Directive Cadre sur l'Eau.

Dans d'autres régions moins développées, et notamment dans les zones plus sèches où les ressources hydriques sont plus rares, la perception de la problématique des fleuves est très différente. Dans ce contexte, il faut privilégier avant tout l'augmentation des disponibilités d'eau en vue de la vie et de la survie de l'agriculture, par le biais de nouvelles infrastructures de régulation des cours d'eau et de canalisation, reléguant la préoccupation pour les effets environnementaux de telles infrastructures au second plan. Il faut résoudre ou freiner de manière urgente les effets de la pollution urbaine dans les zones à forte densité de population qui sont touchées par la pauvreté, le manque de ressources et de technologie pour l'installation et la maintenance des stations d'épuration et qui souffrent souvent de problèmes de salubrité, victimes des parasites ou des maladies endémiques.

Dans ce sens, et sur la base, une nouvelle fois, de la durabilité, il faut se demander à quel point la restauration et la conservation des fleuves sont prioritaire à l'échelle globale et s'il est possible de les mener à bien dans les pays moins développés ou dotés de moindres ressources économiques. Est-il vraiment inévitable de passer par une étape de pollution et de dégradation environnemen-

tales plus fortes pour obtenir un développement économique et disposer ensuite de meilleures ressources destinées à la restauration écologique ? Peut-on ne pas tenir compte de la détérioration environnementale dans le procédé de développement et d'augmentation de la qualité de vie et du bien-être social ?

Pour reprendre les nouvelles notions introduites par les études de la Banque Mondiale, il y a lieu d'élaborer de nouveaux critères environnementaux dans l'estimation de la richesse des pays respectifs et de soustraire à la propre richesse économique obtenue l'usage qui a été fait du territoire, de ses systèmes et de ses ressources naturelles, entraînant ainsi la diminution de son intégrité écologique et par conséquent la perte de son patrimoine naturel.

Il sera également nécessaire d'évaluer dans quelle mesure la détérioration environnementale et esthétique de notre environnement, si fréquente dans les villes et si accrue dans les quartiers les plus défavorisés, ainsi que la perte d'un contact fréquent avec des paysages naturels sont à l'origine du stress, de la violence ou de la marginalisation. Il faudra d'autre part considérer le bénéfice potentiel de la restauration écologique, en termes économiques et psychologiques, en vue de l'amélioration de la cohabitation dans les noyaux urbains à forte densité démographique et de l'augmentation du bien-être social.

4. L'ÉCHANGE D'EXPÉRIENCES: QUELLES SONT LES LEÇONS À TIRER DU PASSÉ ET LES PROPOSITIONS DE FUTUR ?

La journée thématique qui a été organisée le 3 juillet 2008 par la Tribune de l'eau de l'Exposition internationale de Saragosse a cherché à analyser de manière globale les problèmes des fleuves mentionnés antérieurement, en présentant des exem-

ples de problèmes et des expériences de gestion et de restauration des fleuves dans différents pays, avec des perceptions et des priorités divergentes.

Il s'agit dans un premier temps de souligner le besoin de restaurer les fleuves, en tenant compte des principes de durabilité et de justice environnementale dont il a été question auparavant, provenant d'une détérioration et d'un appauvrissement accrus des écosystèmes fluviaux dans de nombreuses régions, conséquence d'une surexploitation des ressources naturelles et d'une exténuation du capital naturel. Mais c'est aussi un engagement et une responsabilité envers les générations futures, futurs usagers de la planète.

Dans un deuxième temps, il a été question des différentes perspectives des problèmes associés aux fleuves, au niveau géomorphologique, hydrologique, biologique et des différentes formes de gestion et d'utilisation en fonction des pays, des régions géographiques en faisant intervenir des facteurs sociaux, culturels et économiques et la participation sociale.

Enfin, un débat a été lancé autour des alternatives existantes pour la restauration des fleuves dans les différents pays en fonction de leurs caractéristiques géographiques et de leur niveau de développement. On a également évalué les options et les projets qui ont été menés à bien dans des régions qui présentent différentes disponibilités de ressources hydriques et différents contextes sociaux.

La journée a favorisé la discussion et l'échange d'expériences entre les différents acteurs politiques, administratifs, techniques, sociaux et l'encouragement à l'interdisciplinarité dans l'approche des problèmes ainsi que la proposition d'alternatives, en renforçant la sensibilité des assistants et leur conviction quant aux possibilités de l'usage durable des fleuves qui permet une amélioration de la qualité de vie des personnes tout en évitant la détérioration environnementale.

CONCLUSIONS DU DÉBAT

L'échange d'expériences entre les différents techniciens et gestionnaires de l'eau de différents pays ainsi que l'intervention des assistants qui ont fait part de leur différente perception de la problématique des fleuves et des priorités ont été très enrichissants, ouvrant de nouveaux horizons et de nouvelles alternatives pour la gestion et l'amélioration environnementales.

Les fleuves ont des connotations très différentes, offrant non seulement des ressources naturelles mais aussi des aspects environnementaux de grande importance tels que le patrimoine culturel et l'identité de nombreuses populations et sociétés. La conservation de leur bon état écologique est indispensable pour la survie de nombreuses populations indigènes et pour le bien-être des sociétés plus développées.

La planification de l'usage des fleuves doit être établie selon le consensus et la prise en compte des intérêts de tous les secteurs sociaux affectés, englobant l'ensemble du territoire de leur bassin versant.

De nombreuses actions de développement agricole ou urbain vont à l'encontre de la dynamique fluviale, ce qui détermine des incidences successives sur les fleuves, produisant des déséquilibres géomorphologiques, l'altération des cours d'eau, la pollution des eaux et l'appauvrissement des communautés biologiques des cours et des berges sans compter l'invasion d'espèces exotiques.

La prévention de nouvelles détériorations ainsi que l'atténuation des impacts existants par la diminution de la pression agricole ou urbanistique qui est exercée sur les fleuves est une priorité d'ordre global. Pour ce faire, il faut mettre en oeuvre une politique de restauration et de conservation des écosystèmes fluviaux, en incitant les

différentes administrations qui soutiennent une telle politique à dicter les règlements et les législations correspondantes.

Les stratégies de gestion et de conservation des fleuves doivent être établies de manière spécifique pour chaque cours fluvial, en fonction des caractéristiques hydrologiques et socio-économiques de leur bassin versant. Les objectifs et les procédures doivent être fixés avec la participation citoyenne, en tenant compte des différentes perceptions et des priorités de chaque région et de chaque pays.

L'aménagement du territoire et la conservation du paysage qui ont pu être possibles grâce à la coopération administrative et à la participation sociale sont essentiels pour mettre en place une politique de restauration des fleuves réussie à moyen et long terme.

La formation d'équipes interdisciplinaires adéquates, l'éducation environnementale, le renforcement de la confiance envers les institutions de gestion de l'eau ainsi que la capacité au débat et à la participation publique sont autant de conditions indispensables pour atteindre non seulement une amélioration de l'état écologique des fleuves mais aussi l'usage durable de leurs ressources naturelles.

Il est grand temps de réviser les paramètres et les indices de croissance et de développement économique des pays et des sociétés considérés de manière traditionnelle, à travers le prisme prédominant de la richesse économique. On doit introduire de nouveaux paramètres concernant l'usage de la nature, l'état écologique des systèmes naturels, l'occupation du territoire et reflétant le degré d'appauvrissement du capital naturel de chaque région et de perte du patrimoine du paysage pour les générations futures.

CONCLUSIONS ET PROPOSITIONS

La valeur environnementale des fleuves est très diverse et significative tant du point de vue naturel que social. Pour l'être humain, il s'agit de systèmes naturels de premier ordre, favorisant des biens et des services qui englobent des ressources naturelles très précieuses comme l'eau. Mais, ils font partie d'autre part du patrimoine culturel et au fil de l'histoire ils ont été et restent toujours pour de nombreux peuples et sociétés un signe d'identité. Les fleuves sont une source de bénéfices économiques, sociaux et culturels essentiels pour la santé et le bien-être des sociétés qui se sont implantées sur leurs rives.

► Pour évaluer et gérer l'usage durable des fleuves, il faut écouter et tenir compte de l'ensemble des perceptions, des problèmes et des approches que présentent les différents secteurs sociaux, en recherchant un éventuel consensus entre les groupes d'intérêt sans pour autant freiner les initiatives.

Les principales pressions qui sont exercées sur les courants fluviaux proviennent de l'agriculture et de l'urbanisation, activités humaines qui impliquent plus ou moins le besoin de contrôler les crues et de diminuer la dynamique fluviale. Dans les deux cas, il est de toute première instance de renforcer la surveillance et les tâches de contrôle des impacts générés par ces activités sur le fonctionnement des fleuves comme écosystèmes.

► Il est indispensable d'empêcher dans la mesure du possible l'altération de la morphologie des cours des fleuves en vue de l'intensification de l'agriculture, dans les zones urbaines ou suite à des infrastructures d'ingénierie civile. Il est donc essentiel de délimiter l'espace de mobilité fluviale nécessaire à la préservation de la dynamique des fleuves et de procéder à un aménagement de

l'usage du sol dans les zones inondables, en gérant le risque des crues. Pour cela, il faut bénéficier de la participation des acteurs sociaux impliqués et des administrations locales, nécessaires également pour obtenir un usage raisonné et durable des ressources hydriques dans chaque bassin versant.

Parfois, la planification d'activités économiques peut être relativement éloignée des besoins propres à la dynamique fluviale, ce qui est essentiel à la préservation du bon état de santé de l'écosystème fluvial.

► Ainsi, il est essentiel de considérer le fait que la régulation des cours d'eau altère la dynamique fluviale, avec des réactions en chaîne en amont et en aval (au niveau géomorphologique, physico-chimiques, du biote, etc.) et que les barrages produisent un effet de barrière qui provoque des changements d'un régime fluvial à l'autre presque lagunaire (barrages), avec une répercussion dramatique sur les espèces migratrices.

► La mise en valeur de l'état écologique des fleuves pour leur restauration doit tenir compte de l'altération des cours et du régime de sédiments, altérés par les barrages et l'urbanisme et avec une répercussion parfois notoire dans l'incision et le déséquilibre géomorphologique des cours d'eau.

► Les stratégies de gestion et de conservation des fleuves doivent être adaptées à chaque cours fluvial, en fonction des caractéristiques hydrologiques et socio-économiques de leur bassin versant. Les objectifs et les procédures doivent être fixés avec la participation citoyenne, en tenant compte des différentes perceptions et des priorités de chaque région et de chaque pays.

► Les actions de protection et de restauration des fleuves dans les zones rurales et urbaines re-

quièrent un travail interdisciplinaire au niveau technique et social (c'est à dire en appliquant la règle des trois P : politiques, professionnels et public)

► Les principes de restauration des fleuves doivent viser un fonctionnement le plus naturel possible et laisser la propre énergie fluviale agir pour réparer et restaurer les dommages produits, une fois les impacts et les causes de dégradation éliminés. Ceci implique des procédés de récupération à long terme mais beaucoup plus stable du point de vue écologique.

► Bien que les mesures de restauration soient appliquées au niveau de la partie fluviale, avec des résultats attendus à court terme, leur conception doit répondre à une analyse du bassin versant avec une vision de l'évolution du système fluvial à moyen et long terme, après avoir effectué une évaluation des effets prévus et une comparaison intégrée des différentes alternatives proposées. La mise en place de telles mesures doit être réalisée après un procédé de négociation entre les acteurs sociaux impliqués.

► Le contexte des actions doit être soutenu par la volonté politique et la coopération administrative. L'aménagement du territoire et la conservation du paysage qui ont été possibles grâce à cette coopération administrative et à cette participation sociale sont essentiels pour établir une politique de restauration des fleuves réussie à moyen et long terme.

► La formation d'équipes interdisciplinaires adéquates, l'éducation environnementale, le renforcement de la confiance envers les institutions de gestion de l'eau ainsi que la capacité au débat et à la participation publique sont autant de conditions indispensables pour atteindre non seulement une amélioration de l'état écologique des fleuves mais aussi l'usage durable de leurs ressources naturelles.

LES ALTÉRATIONS GÉOMORPHOLOGIQUES DES FLEUVES EN EUROPE ET LES PRINCIPES DE RESTAURATION DE LA DYNAMIQUE FLUVIALE

Alfredo Ollero Ojeda

RÉSUMÉ:

Les processus géomorphologiques sont la base essentielle du bon fonctionnement des cours fluviaux en tant qu'écosystèmes. Pour cela, les indicateurs géomorphologiques (compris dans les "hydromorphologiques" dans la Directive 2000/60/CE) sont primordiaux pour déterminer l'état écologique des fleuves. Cependant, les incidences importantes de nombreuses actions humaines sur la géomorphologie fluviale ne sont généralement pas prises en compte voire même parfois omises dans les études d'impact, ne suscitant aucune préoccupation (peut-être par ignorance) chez les responsables de la gestion hydrique et territoriale.

En Europe, les altérations géomorphologiques des fleuves sont très graves et répandues. Des typologies fluviales uniques comme les cours tressés sont même sur le point de disparaître. La détérioration géomorphologique des fleuves euro-

péens augmente progressivement car les actions directes sur les cours et les berges se multiplient suite à des procédés d'urbanisation ; de telles actions sont spécialement agressives envers les procédés géomorphologiques et les morphologies fluviales. Il est nécessaire d'évaluer les indicateurs géomorphologiques et de leur donner une plus grande place dans l'évaluation globale de l'état écologique. D'autre part, il est urgent d'établir des principes de restauration de la dynamique fluviale, une restauration complexe où le propre fleuve doit réaliser, avec l'espace et le temps suffisants, la plus grande partie du travail.

MOTS CLÉS:

Géomorphologie fluviale, indicateurs hydromorphologiques, impacts géomorphologiques, territoire fluvial, restauration fluviale.

LA RÉGULATION DES COURS D'EAU ET SON EFFET SUR LA BIODIVERSITÉ

Diego García de Jalón

RÉSUMÉ:

La croissance continue que connaît actuellement la population et ses habitudes de consommation déterminent une demande d'eau supérieure aux disponibilités des écosystèmes sur lesquels elle repose. Dans notre société, la réponse prioritaire à ce déséquilibre consiste à la régulation hydrique. En ce qui concerne les fleuves, cette régulation des cours a été réalisée au moyen de la construction de système de barrages et de transvasements.

La régulation des débits signifie que les régimes des cours d'eau qui coulaient dans les fleuves de manière naturelle ont été modifiés. L'effet direct sur la faune et la flore fluviales vient du fait que les espèces autochtones ont évolué et se sont

adaptées aux caractéristiques des régimes naturels de chaque endroit. Seules les espèces les plus opportunistes peuvent survivre et compléter leurs cycles biologiques dans ces régimes fortement altérés.

Néanmoins, les effets les plus nocifs sur la biodiversité proviennent de l'altération des habitats fluviaux que la régulation des cours d'eau provoque. Ce sont des effets à moyen et long terme mais incontournables. Ils proviennent de l'effet barrière que produisent les barrages sur le flux des sédiments sablonneux et des limons que les eaux fluviales transportent et dont l'absence entraînent des modifications géomorphologiques. Avec le temps, ces nouveaux habitats n'abritent que des espèces introduites, cosmopolites et banales. Comment affronter et mitiger cette situation sera au cœur du débat.

ÉTUDES DE CAS: RESTAURATION DE L'ISAR, EN ALLEMAGNE

Walter Binder et Klaus Arzet

RÉSUMÉ:

A l'instar de la plupart des grands cours d'eau d'Europe centrale, des sections de l'Isar, qui s'étend des Alpes au Danube, ont été canalisées il y a une centaine d'années en vue de lutter contre les inondations et de permettre une utilisation accrue de l'énergie hydraulique. Les inondations survenues au cours des deux dernières décennies ont mis en évidence le besoin de renforcer cette protection contre les crues et ont accéléré les discussions en matière de restauration, de végétalisation et de création d'activités de plein air au long des cours d'eau. L'approche régionale des cours d'eau est la pierre angulaire des projets de restauration. Elle intègre les principes directeurs relatifs aux projets locaux de restauration et au programme d'évaluation mené dans le cadre du plan de gestion, conformément à la directive-cadre sur l'eau de l'UE. Le travail en équipe, une bonne compréhension des besoins écologiques, des connaissances techniques en hydraulique et en construction, ainsi que l'acceptation sociale sont essentiels à l'ébauche de tout projet de restau-

ration. Ingénieurs, architectes et experts de tous horizons (en écologie, en urbanisme, en conservation de la nature, en vie sauvage, en agriculture, en sylviculture et en halieutique) travaillent main dans la main de manière à dégager des solutions gagnant-gagnant. Ces projets doivent également bénéficier d'un soutien public, dont celui des ONG. L'étude de cas Isar inclut des projets dans la ville de Munich (8 km) et au-delà des plaines inondables (100 km). Elle décrit les étapes de planification et les restaurations envisagées pour accroître la protection contre les inondations, la dimension écologique et les loisirs de plein air, et met le principal objectif en lumière, à savoir redonner à l'Isar toute sa dimension alpine en lui faisant retrouver ses caractéristiques hydromorphologiques.

MOTS CLÉS:

Restauration des rivières, lutte contre les inondations, écologie, biodiversité, loisirs de plein air, caractéristiques hydromorphologiques.

LA GESTION DE L'EAU AU MEXIQUE. L'EXEMPLE DU BASSIN DU FLEUVE BALSAS

Juan Carlos Valencia Vargas

RÉSUMÉ:

Au Mexique, l'eau est reconnue comme étant une question stratégique de sécurité nationale. Aujourd'hui, elle est devenue l'élément central de la politique environnementale et qui plus est un facteur clef de la politique de développement sociale et de la politique économique ; sa disponibilité conditionne la possibilité de développement de certaines régions du pays et sa qualité est le facteur déterminant pour la santé et le bien-être de la population.

L'eau des fleuves, les lacs et les aquifères appartiennent à la nation et correspondent au pouvoir exécutif de son administration. Pour ce faire, elle dispose de deux éléments principaux : la loi relative aux eaux nationales qui a été dernièrement modifiée et qui établit les principes et les instruments pour la mise à profit et la préservation de l'eau. Et la Commission nationale des eaux, l'autorité responsable de l'administration de la ressource.

Les États, les municipalités, les usagers et la société organisée ont également des attributions quant à la gestion de l'eau correspondant aux treize bassins qui divisent le pays.

Le bassin du fleuve Balsas abrite 10 % de la population. Ses caractéristiques en font un site idéal pour la génération d'énergie électrique. Depuis quarante ans, il existe un décret de réserve qui limite l'emploi de l'eau à cet usage. Mais le développement de cette région a toutefois été freiné par ce même facteur.

Le développement régional dépend de la disponibilité de l'eau. La croissance et l'intensification des activités de production sont nécessaires pour atteindre une série d'objectifs stratégiques comme la lutte contre la pauvreté, la croissance économique et la sécurité alimentaire.

Ce document présente les principaux éléments de la politique hydrique régionale qui cherche à concilier les objectifs du développement social et économique avec la préservation environnementale ainsi que la contribution régionale à la réalisation des objectifs nationaux.

MOTS CLÉS:

Eau, gestion, bassins, Mexique, politique hydrique, bassins.

LE CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DE L'EAU ET SES BÉNÉFICES ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIAUX.

ÉTUDE DE CAS: MONTEVIDEO – URUGUAY

Américo Rocco

RÉSUMÉ:

Au milieu du XXe siècle, la croissance de la population de Montevideo, un développement industriel uni à des contrôles insuffisants et un système d'assainissement limité provoquent la pollution des plages de l'est du pays et des cours d'eau intérieurs.

Entre 1985 et 1995, les plans d'assainissement urbain (PSU) I et II sont mis en place. Un nouveau dispositif complet met fin au déversement d'eaux résiduelles par temps sec à Río de la Plata. La qualité des eaux de baignade est immédiatement retrouvée dès la mise en pratique de ces mesures. Le système de contrôle des plages comprend les décharges du système d'assainissement.

Le PSU III est développé entre 1996 et 2006, mettant l'accent sur la récupération des cours d'eau intérieurs. Outre les chantiers d'assainissement,

un système de surveillance des ruisseaux et des effluents industriels est mis en place. La surveillance environnementale citoyenne est également instaurée. À l'issue du PSU III, la qualité de l'eau et des berges des cours intérieurs s'est améliorée mais des progrès restent encore à réaliser dans le captage de résidus solides et l'élimination de déversements liquides qui proviennent d'installations irrégulières.

Le PSU IV (2007 – 2012) a été mis en place et son principal objectif est le dispositif final de l'ouest qui mettra un terme aux déversements par temps sec dans la baie de Montevideo.

Un programme de surveillance du corps récepteur est en cours de développement, avec l'analyse des sédiments et du biote.

MOTS CLÉS:

Assainissement, surveillance, Montevideo.

Semaine Thématique 4

L'EAU, UNE RESSOURCE UNIQUE

Eaux partagées:
Gouvernance et gouvernabilité
Géopolitique de l'eau
Bassins versants et aquifères:
Aménagement et gestion

Document de synthèse⁸

Auteur: Raymundo José Garrido¹

¹Ingénieur civil et MSc en Économie. Consultant de la Banque Mondiale

INTRODUCTION

La semaine thématique numéro Quatre est basée sur une multitude d'axes qui englobent les différentes dimensions d'analyse et qui correspondent aux nombreux usages de l'eau, outre les facteurs historiques, géographiques, leurs incidences sur la géopolitique, les problèmes liés à la gouvernance et à la gouvernabilité et l'application des instruments de planification et de gestion.

Les questions relatives à ces axes ont été organisées en onze séances contenant à leur tour trois conférences. Ces dernières insistent notamment sur les résultats des leçons apprises par force ou par faiblesse selon l'expérience propre à chaque acteur.

Le point commun qui réunit presque toutes les séances de la semaine thématique est la référence à un ou plusieurs bassins hydrographiques, ce qui représente le contexte de base à l'élaboration et à l'approfondissement de l'analyse de chaque situation étudiée.

RÉFLEXIONS DE LA SEMAINE THÉMATIQUE.

Les séances de la semaine thématique 4 sont organisées de manière à pouvoir offrir un espace aux questions plus approfondies. Signe d'une inquié-

tude certaine, on attend ainsi que les points suivants soient soulevés lors des débats de la semaine:

Au cours de la séance 1 :

- (i) Quel est le rôle de l'eau dans le développement des régions ?
- (ii) Comment expliquer que des régions voisines dotées des mêmes disponibilités d'eau puissent présenter des niveaux de développement socio-économiques si différents ?
- (iii) Que doit faire la société pour que l'eau soit à l'ordre du jour des gouvernements ?

Au cours des séances 2 et 3 :

- (i) Quels sont les principaux progrès techniques en terme de planification par bassin hydrographique ?
- (ii) Quels sont les critères de répartition de l'eau utilisés et les mieux adaptés aux bassins partagés entre pays, états ou fédérations ?
- (iii) Quels sont les instruments de gestion qui ont le plus contribué à l'usage efficace et harmonieux de l'eau et quels aspects doit-on privilégier ?

Au cours de la séance 4 :

- (i) Comment obtenir une meilleure gestion de l'eau en vue d'améliorer l'harmonie entre les peuples ?
- (ii) Est-ce que l'exportation de l'eau au même titre que d'autres marchandises peut être une expérience positive ou doit-on en rester au niveau de l'eau virtuelle ?

⁸Ce document a été rédigé à partir des conférences écrites, des présentations orales et des débats qui ont eu lieu au cours des séances et de leur synthèse qui a été réalisée par les modérateurs, les rapporteurs et le coordinateur en collaboration avec l'équipe de la Tribune de l'eau.

(iii) Comprendre l'eau en tant que bien sacré du point de vue religieux peut-il multiplier les conflits ou au contraire contribuer à la paix entre des civilisations de différentes confessions ?

Au cours des séances 5, 6 et 7:

(i) Quel rapport existe-t-il entre la gouvernance et la continuité administrative des mandats gouvernementaux successifs ?

(ii) Est-il possible de garantir l'accès à l'eau à l'ensemble de la population ? Quel rôle joue le secteur de l'assainissement dans cette tâche ?

(iii) Quelle est la limite des lois relatives à l'eau en vue de garantir le droit à l'eau pour tous ? Quels sont les dispositifs qui devraient être inclus dans les lois ?

Au cours des séances 8:

(i) Comment a évolué la technique d'élaboration de plans de bassin avec les progrès de l'informatique et des nouveaux outils d'Internet ?

(ii) Quel est le rapport entre la profondeur et la portée des prescriptions d'un plan de bassin et des paramètres tels que la zone, la population et la production économique ?

(iii) Que doit-on mettre en oeuvre pour que les plans soient suivis lors des travaux de gestion du bassin ?

(iv) Comment peut-on ajuster les recommandations des plans de manière simple lorsqu'elles s'avèrent inadéquates ?

Au cours des séances 9:

(i) De quelle manière les systèmes de gestion par bassin et les structures fédérales ou correspondantes peuvent-ils être conciliables ?

(ii) Le pouvoir excessivement fort des institutions fédérées freine habituellement les plans ou les programmes étudiés au niveau du bassin. Comment peut-on équilibrer ces forces institutionnelles ? Est-il possible de donner à un acteur de bassin la condition de dispositif rigide au niveau constitutionnel ?

(iii) Peut-on modifier la nature juridique des redevances sur l'eau afin que les acteurs de bassin soient libres de décider de manière autonome par rapport aux investissements prévus dans leurs plans ?

Au cours de la séance 10:

(i) Quels sont les facteurs les plus importants en tant que déclencheurs de conflits liés à l'eau ?

(ii) De quelle manière les droits à l'usage de l'eau peuvent-ils mitiger ou éviter des conflits ?

(iii) L'unité hydrographique provoque ou évite-t-elle les conflits ? De quelle manière ?

APPLICABILITÉ ET REPRODUCTIBILITÉ DES EXPÉRIENCES PRÉSENTÉES DANS LES AXES THÉMATIQUES

Les axes de la semaine thématique 4 font référence au débat sur l'utilisation des ressources hydriques au niveau du bassin hydrographique. Les eaux partagées ont fait l'objet du premier axe, avec une étude concrète de la définition du bassin en tant que territoire de planification et de gestion. Dans ce sens, les travaux d'aménagement, d'utilisation et de développement de bassin comme ceux de Catamaya-Chira, Pilcomayo et le Plan Trifinio (Guatemala, Honduras et Salvador), sont assez représentatifs de cet important débat qui a choisi le bassin en tant qu'unité physique et territoriale de planification pour un usage rationnel de l'eau.

De même, la participation des bénéficiaires et des intéressés par les projets, les programmes et les interventions au niveau du bassin est essentielle à la gouvernabilité et la gouvernance par rapport aux ressources hydriques. Les séances 5 à 7 du programme de la semaine thématique 4 abordent ce problème selon différentes optiques, englobant le thème crucial des eaux souterraines, comme dans le cas de la séance 6.

La semaine thématique 4 consacre également une partie du débat à la gestion de l'eau dans des régimes fédérés, en s'arrêtant sur les cas de figure canadien et espagnol (cas de la séance 9). Ce dernier, bien que ne constituant pas une fédération proprement parlée, agit comme tel en raison de sa division en régions autonomes.

Le débat actuel de la géopolitique de l'eau est présent dans tous ces aspects, impliquant clairement le rôle exercé par les ressources hydriques dans le développement socio-économique des régions sur l'ensemble des continents. Le thème de la géopolitique de l'eau sera mis en évidence plus directement dans la séance 1.

Les différentes questions qui ont été mentionnées antérieurement ne servent qu'à nourrir le débat, cherchant à éclairer quelques points parfois récurrents. Au fil des séances, ces points pourront être approfondis ou écartés.

De nombreuses questions restent néanmoins sans réponse malgré les innombrables expériences connues et vécues sur les différents continents. Faire avancer le débat sur de telles questions et sur d'autres points complémentaires permettra d'acquérir de nouvelles connaissances qui pourront être utilisées dans la mise à profit des bassins. C'est un des objectifs de la Tribune de l'eau qui tend continuellement à repousser les frontières de la connaissance technique et pratique.

CONCLUSIONS

La semaine thématique 4 a été consacrée à la recherche de solutions aux problèmes de l'eau, notamment aux endroits où elle est une ressource irremplaçable et unique.

Cette ressource étant disponible en quantité limitée, la semaine thématique 4 doit reprendre néanmoins tous les usages des ressources hydriques car

plus les volumes demandés pour d'autres usages seront faibles, plus les volumes disponibles pour les usages indispensables de l'eau seront importants.

Enfin, il faut tenir compte du fait que l'expression l'eau, une ressource unique possède désormais une signification plus importante et plus marquée. Cette ressource remplit des fonctions qui englobent presque tous les chaînons possibles des rapports intersectoriels ; l'eau est effectivement une matière première, mais aussi un lit navigable, un produit intermédiaire, un produit final comme aliment et un remède outre le fait d'être le constituant principal de notre organisme.

RECOMMANDATIONS

La semaine thématique 4 aborde des thèmes qui contribuent à la progression des pratiques en matière de gestion de l'eau avec toutes les conséquences relatives à l'efficacité de leurs usages, à la croissance régionale et leurs incidences sur la géopolitique outre le développement technologique des secteurs qui utilisent cette ressource naturelle.

Dans ce sens, il est recommandé aux participants :

(i) de centrer leur attention sur l'importance de l'eau dans le contexte de la géopolitique des différentes régions du monde. Ils doivent considérer l'eau comme un facteur de développement économique qui une fois utilisé de manière rationnelle peut contribuer à ce que les sociétés atteignent l'état tant souhaité de bien-être social ;

(ii) d'agir pour la défense de la qualité de l'eau comme élément générateur de richesses pour la société. Dans ce sens, chaque mètre cube d'eau polluée, outre le fait d'être un crime inacceptable, entraîne un gaspillage dont la récupération coûte plusieurs fois le coût de la production d'un autre mètre cube ;

(iii) d'évaluer les différentes dimensions qui proviennent de l'unité hydrographique en tant que localisation de la planification et de la ges-

tion de l'usage de l'eau. Il convient de débattre les formes qui permettent à d'autres dimensions géographiques comme les divisions politiques, les formations hydrogéologiques et autres de mieux s'adapter à l'espace du bassin hydrographique.

(iv) d'être attentifs pour que la reconnaissance de la valeur économique de l'eau comme principe du secteur exonère les couches les plus pauvres des obligations financières, ces dernières devant accéder à une eau de bonne qualité et en quantité suffisante pour leur bien-être ;

(v) de faire de la prise de décisions un acte de participation avec la présence des secteurs gouvernementaux et non gouvernementaux, ces derniers impliquant la société civile et le secteur privé ;

(vi) de réaliser la prise de décisions aux niveaux hiérarchiques les plus bas, tout en respectant l'éthique sociale et environnementale outre le fait de tenir compte des droits des générations futures ;

(vii) de présenter des suggestions lors des séances au moyen d'interventions qui apportent de nouvelles connaissances relatives à l'usage rationnel de l'eau, évitant dans la mesure du possible la répétition des connaissances existantes ; et

(viii) de chercher à publier leur point de vue par rapport aux thèmes débattus, contribuant à la dissémination des progrès actuels qui ne sont réservés pour l'instant qu'à un public limité.

Enfin, on attend de chaque participant, conférencier, public expert ou membre de l'organisation de la Tribune de l'eau qu'il devienne le « vecteur » des bonnes pratiques en matière de l'usage de l'eau et qu'il attire d'autres collaborateurs afin d'inciter le monde à entier à l'économie et à la préservation des bassins hydrographiques.

CONCLUSIONS

Les modèles de gestion hydrique ont évolué au fil de l'histoire avec de nombreux paradigmes et scénarios. Actuellement, nous sommes confrontés à un modèle qui doit apporter une réponse globale. C'est dans ce contexte que le terme gouvernan-

ce est apparu, exprimant la qualité de l'interaction entre les différents niveaux de gouvernement et plus particulièrement entre ces derniers et les organisations de la société et des entreprises. Dans le cas de la gestion hydrique, il s'agirait d'un gouvernement basé sur le relationnel ou sur des réseaux d'interaction entre le secteur public, privé et social tout au long de l'axe local-global qui détermine qui, où et comment l'eau est alimentée. Il est donc proposé ce qui suit :

► Déterminer les principes globaux afin de diriger la politique de l'eau au moyen d'un Pacte social mondial de l'eau.

► Articuler les organismes de bassin et les entreprises de service d'eau et d'assainissement pour que leur prise de décisions visent à encourager la réalisation des objectifs du millénaire pour le développement.

Tous les domaines d'action, mondial, international, national, régional et local, sont ainsi englobés. Cependant, compte tenu des interactions entre le cycle hydrologique et les autres cycles biogéochimiques, la perspective mondiale acquiert une importance de plus en plus importante. D'autre part, les milieux de la gestion de l'eau sont de plus en plus complexes, obligeant à aller au-delà de la vision qui est basée uniquement sur l'ingénierie pour passer à un autre holisme, enrichi par des points de vue divers de sociologues, économistes et spécialistes de l'environnement.

Quant au Pacte Social Mondial pour L'eau, il faut rappeler que l'Organisation des Nations Unies reconnaissait, dans un document de 2003, juridiquement non contraignant, l'eau en tant que droit de l'homme à un assainissement approprié et à une eau salubre, en quantité suffisante. Il est donc proposé ce qui suit :

► Son intégration définitive à la législation internationale et aux constitutions nationales. Cette mesure est une priorité pour que l'eau devienne un droit articulé et reconnu.

► Modifier les législations relatives à l'eau, en y intégrant la cogestion et la coresponsabilité des usagers, en renforçant la conservation et en allégeant l'administration.

► Les gouvernements et la société doivent progresser de manière cohérente en vue d'améliorer les capacités des ressources humaines, en matière d'administration et de gestion des ressources hydriques. Le rôle des banques multilatérales et des institutions internationales est essentiel pour gagner du terrain en la matière.

Cette dernière proposition concerne en particulier les pays en voie de développement et elle implique d'autre part les points suivants:

► Encourager les schémas bi- et multilatéraux des rapports entre les pays et obtenir des soutiens par le biais des réseaux de formation existants. De tels schémas peuvent bénéficier de l'analyse et de la mise à profit des expériences obtenues lors d'accords internationaux.

L'intérêt croissant dont ont fait preuve les gouvernements régionaux qui partagent des bassins peut entraîner un problème en raison du risque de fragmentation de leur gestion et de la possibilité réelle de modification dans les stratégies politiques qui proviennent des changements de gouvernement. Il est donc proposé ce qui suit :

► Considérer, de manière universelle, l'unité du bassin en tant que référence essentielle à la gestion hydrique, au-dessus des intérêts politiques locaux et régionaux.

Les gouvernements des régions qui partagent les bassins devront notamment :

► intégrer cet élément dans la planification d'un bassin partagé ou transfrontalier, en première instance et dans sa totalité, mettant de côté les frontières géopolitiques, afin de déterminer les lignes directrices, les stratégies, les plans, les programmes, les projets et les différentes actions ainsi que les investissements à réaliser et leurs localisations. De cette manière, on obtiendra un meilleur bénéfice économique et social de la mise à profit et la conservation intégrée du bassin.

► La négociation sur l'investissement dans les différentes régions qui sont impliquées dans un plan de gestion intégré d'un bassin transfrontalier sera réalisée sur la base de l'évaluation des coûts et bénéfices quant à l'assignation et à la distribu-

tion de l'eau, permettant de compenser les régions ayant fait l'objet d'un investissement inférieur.

Les organismes de bassin doivent innover leur organisation et leur fonctionnement. Cette amélioration et cette adaptation sont essentielles pour:

► progresser dans l'échange d'expériences et de modèles d'organisation et de gestion des bassins hydrographiques ainsi que dans l'organisation régulière de rencontres et de réunions qui visent à dresser un bilan sur les progrès réalisés et les leçons apprises.

► respecter les principes de souveraineté et d'autodétermination pour que les gouvernements des nations qui ne disposent pas d'une autorité solide et compétente en matière d'eau ni d'une législation propre relative à l'eau et à sa gestion, prennent conscience de la nécessité de posséder des organismes de bassins pour renforcer leur secteur de l'eau.

Pour ce faire, les pays qui disposent de schémas d'autorité et de cadre juridique plus développés se doivent de :

► partager leurs progrès réalisés, leurs bonnes pratiques, leurs expériences diverses y compris les moins réussies.

► promouvoir et faciliter la création d'organismes de bassin qui seront dotés de pouvoirs leur permettant d'agir tout au long du cycle de la planification et de la gestion des ressources hydriques, de décider des droits d'usage des ressources hydriques, de gérer le paiement pour l'usage de ces droits et de financer les infrastructures hydriques nécessaires à la gestion, aux plans et aux programmes à mettre en place dans le bassin hydrographique.

Les organismes multilatéraux, quant à eux, se doivent de :

► mener à bien le contrôle et le suivi de la gestion de l'eau.

Néanmoins, l'absence d'actions concrètes peut servir à mettre à valeur le besoin de :

► disposer d'une agence à caractère mondial,

une agence mondiale de l'eau qui se chargerait, parmi d'autres activités, du contrôle et de la surveillance de la gestion de l'eau pour les différents pays, bassins et aquifères.

Pour atteindre la gouvernabilité, une nouvelle éthique et de nouveaux modèles d'administration sont nécessaires afin d'éviter ou de régler les conflits entre cette dernière et les structures de participation. Il est donc proposé ce qui suit :

- Encourager la participation citoyenne et promouvoir le consensus social au moyen de l'implication permanente de l'ensemble des agents sociaux.

En matière de planification hydrologique, à caractère national et par bassin ou par unités de gouvernement infranationales, il est proposé ce qui suit:

- Les règlements qui régissent la planification doivent être cohérents et respecter, par conséquent, les lois en vigueur. Ils seront rédigés de manière à être accessibles et compréhensibles par l'ensemble de la population.

- Diffuser les plans hydriques, y compris sur Internet, pour que l'ensemble de la population en prenne connaissance et puisse contribuer de la sorte à l'amélioration et au soutien de leur réalisation, selon des schémas de compte rendu public et encourager leur participation, le contrôle et un usage durable de l'eau de la part de tous. Il faut que dans tous les pays développés comme dans ceux en voie de développement, la société dispose de voies d'action faciles dans le secteur hydrique par le biais de réseaux de communication permanente avec les autorités compétentes.

- Les gouvernements des pays doivent inclure dans les plans et les programmes de renforcement des ressources hydriques les notions essentielles de géopolitique pour que les participants prennent conscience de la dimension et de l'importance des conséquences de leur travail.

Les eaux partagées appartenant aux bassins transfrontaliers ont toujours été des sources de conflits et il faut surmonter de nombreuses méfiances héritées. La coopération internationale doit être basée sur le dialogue et la négociation en

vue de créer le climat de confiance nécessaire au rapprochement des positions et à la compréhension des besoins des pays impliqués. Il conviendra alors de les transmettre à la population, tout en sachant que c'est un travail de longue haleine qui requiert une certaine planification. C'est pourquoi il est proposé ce qui suit :

- La mise en œuvre de projets et d'améliorations concrètes au niveau de la sécurité alimentaire et énergétique et des irrigations, en commençant par des objectifs modestes qui garantissent la réussite et la confiance de la population.

- L'ensemble des pays qui partagent des bassins ainsi que les agences de coopération et les banques multilatérales doivent entreprendre dès que possible des programmes et des projets en vue de la planification et de la gestion des bassins partagés pour qu'en cinq ans, les 263 bassins partagés existants dans le monde soient planifiés, selon leurs processus de gestion et que leurs conflits soient en voie de solution. Cette proposition vise un travail préventif sans conflits ni problèmes hydriques et sur le mode de l'intervention pour les résoudre le cas échéant.

- Les gouvernements des pays qui partagent un ou plusieurs bassins doivent consolider ou intégrer dans leurs textes relatifs aux ressources hydriques des points convergents qui contribuent à gérer les problèmes majeurs des bassins à usage commun. Cette mesure est possible car les lois relatives à l'eau sont récentes ou sont sur le point d'être adoptées dans de nombreux pays en voie de développement.

Pour ce qui est des masses d'eau partagées entre deux ou plusieurs pays ou dans les cas où des plans de gestion de ces eaux sont ou vont être développés, il est proposé ce qui suit:

- À petite échelle : regrouper les maires et encourager la concertation avec les secteurs sociaux et privés ainsi qu'avec les gouvernements centraux et locaux. Il est essentiel de compter sur les groupes sociaux les plus actifs ou les plus importants.

- À grande échelle : les gouvernements des pays qui partagent les bassins hydrographiques doivent élargir la participation de la société civile

dans ces institutions, donnant aux représentants de la société une plus grande représentativité lors des assemblées ou dans les institutions similaires de manière à garantir la continuité administrative par rapport à la gouvernabilité de l'eau.

La géopolitique de l'eau est un point qui suscite actuellement un débat intense dans les forums locaux régionaux, nationaux et internationaux. L'eau a été tout au long de l'histoire un des plus importants facteurs de transformation des sociétés, marquant très souvent la destinée historique, politique ou sociale des différentes cultures et civilisations. Toutefois, c'est la politique qui, par ignorance de son gaspillage et de sa pollution, a eu une incidence sur ce facteur au cours des dernières années.

Dans ce sens, il est proposé ce qui suit :

- Les gouvernements doivent reconnaître le bassin hydrographique comme domaine territorial, sous couvert de la législation, y compris dans les cas des bassins transfrontaliers, en se basant toujours sur des principes de coopération et de respect envers la souveraineté nationale.

- Les gouvernements des pays doivent créer des centres bi- ou multinationaux de formation et de recherche de manière à contribuer à la consolidation institutionnelle et à la participation en vue d'uniformiser la connaissance technique des personnes qui agissent dans des projets d'aménagement, de gestion et de développement des bassins partagés.

- Les gouvernements des pays doivent inclure les notions essentielles de géopolitique dans les plans et les programmes de renforcement des ressources hydriques pour que les participants connaissent la dimension et l'importance des conséquences de leur travail.

- Les agences bi- et multilatérales de financement doivent adopter l'intégration des connaissances de géopolitique de l'eau en tant que critère pour soutenir la réalisation des activités de formation et d'entraînement.

Les leçons apprises doivent être transmises à tous les échelons, du local au régional ou supra-régional, en fonction des cas de figure et de cha-

que expérience. Les procédés de participation et la concertation sont extrêmement utiles pour la multiplication de la connaissance. C'est pourquoi il est proposé ce qui suit :

- Les organisations de bassin stables, bénéficiant d'un meilleur niveau de développement ou d'une gestion réussie doivent collaborer avec les organisations plus récentes au moyen de programmes de jumelage de bassins pour faciliter le transfert des connaissances, des expériences et des bonnes pratiques en matière de gestion des ressources hydriques.

- Les agences multilatérales doivent établir et implanter des lignes de financement pour les programmes de jumelage des bassins, basées sur des schémas financiers viables qui encouragent les organismes de bassin à atteindre leurs objectifs et des résultats concrets afin de pouvoir recevoir le soutien de tels financements.

- Les organisations de bassin doivent agir activement au moyen de réunions publiques permanentes et systématiques afin d'intégrer la sphère locale dans les décisions de gestion hydrique, en élargissant leurs compétences.

- Tous les échelons gouvernementaux et non gouvernementaux doivent inclure le droit à l'eau et à l'environnement dans leurs programmes de congrès, de réunions, de séminaires et de stages qu'ils soient locaux, régionaux ou internationaux. De cette manière, il sera possible de diffuser et d'intégrer cette notion essentielle dans la conscience collective des citoyens.

La collaboration dans les bassins transfrontaliers permet l'usage partagé des ressources hydriques, les mises à profit énergétiques, le transfert des connaissances et elle contribue à créer des zones politiquement stables et prospères tout en réduisant les possibilités de conflits.

La vulnérabilité face à la variabilité climatique est très forte et des problèmes de pénurie d'eau apparaissent en raison des sécheresses ou des inondations. C'est pourquoi il est proposé ce qui suit :

- Augmenter les infrastructures de régulation, de distribution et d'usage de l'eau pour l'irrigation en se basant sur des critères de durabilité pour leur exécution, en tenant compte de la partici-

pation efficace des populations touchées, notamment celles qui menacent d'être déplacées.

► Les gouvernements des pays doivent inclure dans leur législation relative à l'eau et aux chantiers hydrauliques le besoin, comme critère d'approbation de projets de barrages ou de projets hydrauliques divers, de procédure d'évaluation de l'impact environnemental qui démontre que le projet n'a pas d'effet négatif sur l'environnement.

Le rapport entre l'eau, l'énergie, les aliments et le climat est très étroit et direct et les tendances climatiques actuelles ne font que l'aggraver. Ces quatre éléments sont fortement liés par des flux bidirectionnels réciproques.

Quant aux eaux souterraines, il convient de traduire la connaissance technique aux pratiques concrètes. De plus, l'usage progressif des eaux souterraines provoque une « révolution silencieuse ». Elles représentent des avantages importants et la valeur de la production agricole d'irrigation au moyen d'eaux souterraines concurrence aujourd'hui l'irrigation au moyen d'eaux superficielles. C'est pourquoi il est proposé ce qui suit :

► L'unité de gestion des eaux souterraines doit être le propre aquifère, ce qui requiert la collaboration de l'administration et les usagers à tous les échelons pour avancer vers une gouvernance efficace.

► Les autorités doivent émettre les droits d'usage de l'eau dans des régions de sécheresse qui confèrent une plus grande importance à la gestion durable des eaux souterraines, constituant des sources à haute valeur stratégique face aux sécheresses.

► Les gouvernements des pays qui modifient le cadre juridique relatif à la gestion des eaux pour intégrer de manière concrète la coresponsabilité des usagers doivent consolider la conservation et alléger l'administration.

► Les gouvernements des pays doivent faire en sorte que les règlements des plans directeurs visent des solutions d'alimentation en eau qui combinent l'usage durable des réserves d'eaux superficielles et d'eaux souterraines.

Une bonne santé écologique ne peut pas être atteinte par la satisfaction exclusive des besoins des êtres humains. Une déclaration de l'eau qui la considère uniquement comme patrimoine de l'humanité ne serait qu'une solution partielle à un problème largement supérieur. C'est pourquoi cette vision myope de la question hydrique ne peut que générer de nouveaux problèmes. C'est pourquoi il est proposé ce qui suit :

► Un changement de paradigme qui encourage des solutions basées sur une véritable durabilité qui prône le principe de l'eau en tant que patrimoine universel, de la planète dans son ensemble et non pas seulement des êtres vivants. Pour développer ce nouveau paradigme de manière à ce qu'il reçoive le soutien solide des pays et des régions, il est essentiel de débattre et d'approuver le principe posé.

► Pour progresser dans ce sens, il convient de diffuser largement le principe qui veut que l'eau soit un patrimoine de tous les êtres vivants et de la planète dans son ensemble, par le biais des moyens adéquats et des mécanismes de participation citoyenne.

► Le rôle que peut jouer l'état espagnol est crucial : il peut notamment 1) accepter ce principe et par conséquent le mettre en pratique dans la politique nationale en matière d'environnement, milieu rural et marin. 2) agir en tant que vecteur de ce principe dans les zones géopolitiques où l'Espagne bénéficie de conditions favorables : l'Union européenne, les pays méditerranéens ou d'Amérique latine. 3) entreprendre la création et la gestion postérieure d'une agence mondiale de l'eau.

PACTE SOCIAL SUR L'EAU.

L'EAU LA QUESTION SOCIALE DU XXIE SIÈCLE

Riccardo Petrella

Conférence magistrale

RÉSUMÉ:

La thèse ici développée et argumentée est la suivante : l'eau, synonyme de vie (au même titre que l'air et le soleil), tout en étant une « ressource naturelle vitale », ne relève pas principalement de la politique environnementale (« économiquement rentable ») d'une ressource naturelle limitée, en voie de raréfaction, mais d'une politique globale de la vie, d'une politique de société. La vie, la société, peuvent se passer du pétrole (elles l'ont fait pendant de millénaires, elles le feront au cours des prochains millénaires) mais pas de l'eau.

L'accès à l'eau, la sauvegarde de l'eau, la propriété de l'eau, la gestion de l'eau, les rapports de pouvoir de décision et de contrôle sur l'eau, les pratiques sociales de l'eau, les croyances et les symboles sur l'eau, les modes de vie.... tout est influencé, façonné, pensé par la société. La conférence porte sur les huit raisons principales qui font de l'eau, dès aujourd'hui, la question sociale principale de ce début de siècle, avec l'alimentation, le travail et l'énergie. Les voici : (1) le déni d'accès à l'eau potable pour 1,5 milliard de personnes et aux services sanitaires pour 2,6 milliards est un scandale mondial social ; (2) la pauvreté est la principale cause du non accès à l'eau et non pas la rareté de l'eau ; (3) si des mesures radicales ne sont

pas prises, en 2030 plus de 2,4 milliards d'êtres humains vivront dans un habitat anti-humain et « insoutenable » que sont les bidonvilles ; (4) l'inégalité de pouvoir est un facteur déterminant dans l'inégalité d'accès à l'eau pour la vie et pour la sécurité d'existence des collectivités humaines; (5) la politique de l'eau et les usages de l'eau dépendent étroitement du régime de propriété de l'eau; (6) il en est de même des règles concernant la gestion de l'eau et la participation des citoyens au « gouvernement » de l'eau ; (7) le futur de l'eau et de la vie sur la Planète à la lumière du changement climatique : au-delà de l'ethno-centrisme et de la primauté des intérêts techno-financiers compétitifs des pays du Nord ; (8) la mise en place d'un « pacte »/ « contrat » mondial de l'eau au cours des années à venir est conditionnée par la construction d'une nouvelle architecture politico-institutionnelle mondiale.

MOTS CLÉS:

Droit à l'eau, rareté et pauvreté, propriété, patrimoine mondial, bien commun public, privatisation, marchandisation, « pétrolisation » et « coca-colisation » de l'eau, partage, solidarité, justice, protection/sauvegarde, épargne, guerres de l'eau, paix avec l'eau, sacralité de l'eau.

LES ENJEUX DE LA GOUVERNANCE MONDIALE DE L'EAU

Luis Veiga da Cunha

Conférence magistrale

RÉSUMÉ:

Au cours de ces dernières années, dans un contexte de développement durable, le concept de gouvernance a gagné du terrain en matière de gestion de l'eau. La gouvernance a été envisagée à plusieurs niveaux, à savoir à l'échelle locale, à l'échelle de bassin hydrographique, à l'échelle régionale et à l'échelle mondiale. Se limitant normalement au bassin versant, elle peut parfois s'avérer nécessaire à une plus grande échelle, régionale voire mondiale. Un cadre juridique et institutionnel approprié

encore inexistant est par conséquent indispensable. De ce point de vue, l'eau peut, à l'instar du pétrole et des ressources minérales, être considérée comme une ressource géopolitique. Et bien que cette perspective ne soit pas encore dominante, tout laisse à penser que cela va bientôt changer.

MOTS CLÉS:

Niveaux de gouvernance de l'eau, l'eau et la mondialisation, eau virtuelle, l'eau en tant que ressource géopolitique.

LE SCÉNARIO SCIENTIFIQUE DE LA PLACE THÉMATIQUE «L'EAU PARTAGÉE». LE BASSIN, LA MAISON DE L'EAU, NOTRE MAISON

Víctor Pochat

RÉSUMÉ:

Il est difficile de visualiser la phase du cycle hydrologique dans ce domaine particulier que représente le bassin, bien qu'il s'agisse d'un élément où l'eau est le plus proche de l'être humain et de son milieu et où, par conséquent, elle peut très facilement les toucher et être touchée à son tour.

La nature est cachée par les cartes politiques, par le fonctionnement des juridictions administratives et de leurs normes légales respectives et par le développement des pays, ce qui se traduit, entre autres, par le remplacement des forêts par des cultures, la croissance des noyaux urbains et la construction d'infrastructures.

Il convient d'inciter le citoyen à envisager le besoin de nouveaux rapports avec le milieu physique. En comprenant simplement que l'eau en coulant est en interrelation avec tous les êtres vivants qui partagent le même milieu et que nous partageons

une même ressource, indépendamment des frontières qui nous séparent par convention, le citoyen assimilera le fait que la structure organisationnelle du monde peut avoir une autre articulation, à savoir la division par bassins.

Nous devons admettre que nous vivons dans une même maison, le «bassin», la «maison de l'eau», «notre maison», tout en réfléchissant sur la manière de concilier nos intérêts respectifs au moyen de la coopération mutuelle, en prenant conscience du fait que nous sommes tous responsables de l'utilisation adéquate de l'eau, cette ressource partagée par tous les habitants de la même «maison», selon nos rôles respectifs au sein de la société.

MOTS CLÉS:

Bassin, ressources partagées, eaux transfrontalières, coopération.

L'ESPAGNE ET SES BASSINS HYDROGRAPHIQUES

Juan López Martos

RÉSUMÉ:

Cet exposé présente le rôle précurseur de l'Espagne dans l'introduction du bassin hydrographique en tant qu'unité territoriale de gestion de l'eau. Il décrit brièvement l'usage de l'eau en Espagne qui remonte à l'âge du cuivre pour ce qui est de l'irrigation. Il évoque les actions qui ont été réalisées à l'époque romaine, musulmane et de la Renaissance pour s'arrêter ensuite sur la modernisation de l'usage de l'eau qui correspond au deuxième tiers du XIXe siècle et atteint son apogée avec la création de ce qui fut appelé dans un premier temps les Confédérations syndicales

hydrographiques en 1926. L'intervenant a analysé le rôle primordial que de tels organismes ont joué pendant quarante ans dans la construction puis dans l'exploitation de cet excellent patrimoine hydraulique espagnol. Grâce à la mise en place du régime démocratique, notre politique de l'eau et nos confédérations ont dû s'adapter au nouveau régime puis à de nouvelles exigences hydriques d'une société qui n'était plus rurale. L'exposé conclut sur le problème qu'il faut aujourd'hui résoudre pour concilier les compétences centrales et régionales sans nuire à l'unité du bassin hydrographique, une nécessité fonctionnelle et structurale de l'Espagne.

NI PEUPLE CHOISI, NI TERRE PROMISE: LA VALLÉE DE L'ÈBRE AUTOSUFFISANTE

Mario Gaviria

RÉSUMÉ:

La vallée de l'Èbre qui s'étend sur 85.550 kilomètres carrés et abrite moins de trois millions d'habitants, soit 33 habitants au kilomètre carré, est le dernier espace fluvial, le dernier bassin hydrographique en Europe avec un fleuve encore erratique qui s'améliorera au cours des prochaines années. C'est la terre de l'abondance, 2.700 mètres carrés d'eau retenue par habitant et par an, 2.700 heures de soleil à capter par an et 2.700 heures de vent turbinable par an.

C'est un grand espace doté d'infrastructures extraordinaires diverses et récentes qui utilisent une technologie de pointe. Il possède des villes de petites et moyennes dimensions qui un jour pourront être durables avec environ 800.000 hectares d'irrigation, garantissant la durabilité alimentaire.

La vallée de la viande, des fruits et des grands crus va diversifier ses activités pour devenir la vallée du kilowatt renouvelable et décarbonisé. Un futur moins bétonné et plus réfléchi est attendu. De nombreux physiciens, ingénieurs, biologistes qui travaillent dans les centres de recherche et de développement dirigent et produisent les usines d'aérogénérateurs et des suiveurs solaires pour que d'ici à 20 ans nous devenions autosuffisants et que nous puissions exporter de l'énergie. L'eau a une fonction particulière dans le fonctionnement des centrales solaires thermoélectriques et des pompes réversibles qui permettent de stocker les excédents éoliens. L'eau sera aussi indispensable pour l'arrivée (prévue dans 15 ans) de l'hydrogène, avec sa décomposition par électrolyse. La vallée de l'Èbre doit alimenter le nord-est de l'Espagne éolienne, le Pays Basque, la Catalogne et Valencia et cet objectif de durabilité est près d'être atteint.

LA GESTION DES EAUX DU DANUBE: BILATÉRALISME ET MULTILATÉRALISME EN HONGRIE

Kálmán Papp

RÉSUMÉ:

La création de la CRED (Commission du régime des eaux du Danube) dans la vallée du Danube au lendemain de la Première Guerre mondiale a marqué le début de la coopération internationale en matière de gestion de l'eau. Même les premières commissions bilatérales chargées des cours d'eau ont été créées dans le cadre de coopérations hongro-roumaines, hongro-autrichiennes et hongro-tchécoslovaques. Au lendemain de la Seconde Guerre mondiale, cinq nouveaux accords bilatéraux ont été signés avec les pays voisins. La création du COMECON a également fourni un cadre propice à la coopération multilatérale (voir le

cas de la rivière Tisza). Après la régularisation des cours d'eau, les levés hydrographiques et la protection contre les inondations, un nouveau sujet de préoccupation s'est fait jour en matière de coopération transfrontalière, à savoir la lutte contre la pollution. La Convention de Sofia a permis de donner un nouveau souffle à la coopération multilatérale dans la Vallée du Danube. L'ICPDR (Commission internationale pour la protection du Danube) est devenue un organisme de coordination majeur qui veille en outre à la mise en œuvre de la Directive-cadre sur l'Eau. En ce qui concerne la rivière Tisza, différentes initiatives menées par des organisations internationales ont ouvert la voie à des projets internationaux plus pragmatiques.

LA GÉOPOLITIQUE RÉGIONALE DANS UNE FÉDÉRATION: EXEMPLE DES BASSINS DU PCJ

Dalto Favero Brochi, Francisco Castro Lahóz et Alexandre Almeida Vilella

RÉSUMÉ:

La géopolitique du Brésil : un pays doté d'un système de fédération et composé de 26 états, un district fédéral et plus de 5.500 municipalités (il existe trois niveaux de gouvernement fédéral, étatique et municipal), des conflits liés aux législations et différentes situations socio-économiques des états. La proposition veut analyser le procédé d'industrialisation de l'état de Sao Paulo à partir de la moitié du XXe siècle avec le mouvement de décentralisation du parc industriel de la ville de Sao Paulo qui a été transféré vers d'autres municipalités de la région métropolitaine et vers d'autres villes de l'intérieur de l'état, sans aucun souci de planification stratégique ni préoccupation envers l'environnement et les ressources hydriques de ces régions, dans un procédé appelé « le progrès

à n'importe quel coût ». Les bassins des fleuves Piracicaba, Capivari et Jundiaí (PCJ) ont subi l'impact du procédé d'industrialisation, avec une augmentation de la population et de la pollution de leurs rivières due à la contamination urbaine et industrielle. Afin de surmonter le conflit, la participation des dirigeants locaux, des usagers et de la société civile de la région a été nécessaire pour améliorer la gestion des ressources hydriques malgré les difficultés imposées parfois par les lois fédérales et nationales.

MOTS CLÉS:

Géopolitique de l'eau, industrialisation et pollution, conflits et gestion des ressources hydriques.

LE PROJET BINATIONAL CATAMAYO CHIRA, UNE EXPÉRIENCE DE BINATIONALITÉ, DE PARTICIPATION ET D'ÉQUITÉ

Mercedes Alonso Segoviano et José Hermoza Jerí

RÉSUMÉ:

Le projet binational de la gestion du bassin Catamayo Chira qui est à la frontière entre le Pérou et l'Équateur a été mis en place il y a six ans pour étudier la gestion partagée et intégrée d'un bassin transnational. L'objectif visé est de contribuer à la gestion intégrée du bassin par le biais de la formulation d'un plan d'aménagement, du soutien des initiatives de production, de la formation technique et de la consolidation institutionnelle.

Outre le fait d'être devenu un élément d'intégration après la signature de paix entre les deux pays, le projet a insisté sur la gestion binationale, la participation, la gestion intégrée des bassins et l'inclusion d'un point de vue de genre,

autant de facteurs qui contribuent à la gouvernabilité du bassin. L'expérience de cette première phase du projet a été systématisée autour des leçons apprises de ces facteurs qui pourront servir à de futures expériences dans des contextes semblables. L'année 2008 marque le début de la deuxième phase du projet qui aura une durée de trois ans et l'implantation du plan d'aménagement comme axe de travail.

MOTS CLÉS:

Binationalité, participation, gestion intégrée, équité.

LES PROGRÈS DANS L'INSTITUTIONNALITÉ DU BASSIN DU FLEUVE PILCOMAYO

Claudio Laboranti

RÉSUMÉ:

Le bassin du fleuve Pilcomayo qui s'étend sur environ 290.000 km², englobe une importante région, riche en ressources naturelles d'Amérique Latine et partagée entre l'Argentine, la Bolivie et le Paraguay.

Le bassin a des particularités physiques notables et un degré progressif de mise à profit de ses ressources hydriques qui représentent une problématique environnementale délicate.

Ceci a incité les gouvernements des pays concernés à tout mettre en œuvre pour encourager la gestion intégrée des ressources hydriques de ce bassin dans le cadre de la consolidation de l'intégration des pays qui en font partie. Cette volonté s'est traduite par la commission trinationale pour le développement du bassin du fleuve Pilcomayo qui a été constituée en 1995.

Au cours des premières années de fonctionnement, la commission trinationale s'est consacrée à l'enrichissement et l'amélioration de la connaissance des procédés physiques du bassin, de sa réalité socio-économique et environnementale et à la conception de son institutionnalité future.

Pour de telles activités, la commission a reçu le soutien technique et financier de la communauté européenne par le biais de la convention de financement ASR/B7-3100/99/136 dans le "Projet de gestion intégrée et le plan directeur du bassin du fleuve Pilcomayo".

La réalisation d'un tel objectif a obligé la commission trinationale à relever le défi de modifier sa structure institutionnelle afin de lui permettre d'affronter de manière efficace les activités de la gestion intégrée de ses ressources hydriques transfrontalières.

Ainsi, une nouvelle structure institutionnelle a été conçue et accordée, s'organisant autour de trois instances différentes mais coordonnées. Parmi les principales innovations de ce schéma institutionnel figure la participation tangible de la communauté dans la gestion des ressources hydriques du bassin.

MOTS CLÉS:

Organisme de bassin, institutionnalité, gestion des ressources hydriques.

L'EAU PARTAGÉE DANS LE CÔNE SUD: L'EXEMPLE DU FLEUVE PILCOMAYO

Arturo Liebers Baldivieso

RÉSUMÉ:

Est-ce que le Pilcomayo est un bassin partagé entre l'Argentine, la Bolivie et le Paraguay ? Est-ce que les autorités et les peuples sont conscients de l'importance de l'eau dans le développement et l'intégration régionale et l'atténuation des lignes physiques établies par leurs frontières ?

Une vision bolivienne envisage le débat en cinq parties :

1. La situation d'un pays qui pour contrôler l'eau a affronté trois guerres, perdant sa voie d'accès au Pacifique et d'importants territoires d'accès aux bassins amazoniens et del Plata.

2. La volonté bolivienne de respecter la législation hydrique, le traité du bassin del Plata et la convention trinationale d'usage et de mise à profit du Pilcomayo.

3. L'importance du bassin supérieur du Pilcomayo qui fournit les principaux apports hydriques du bassin, l'érosion, l'entraînement de sédiments et le déficit hydrique, des phénomènes qui provoquent la migration vers des centres urbains voisins et vers l'Argentine.

4. Les efforts pour obtenir la coopération de la C.E., tangibles grâce à l'approbation du projet de gestion intégrée et du plan directeur du bassin du Pilcomayo. L'analyse des objectifs, des résultats et de l'exclusion de projets de régulation et de facteurs (politiques, bureaucratiques et techniques) qui ont une incidence sur les résultats et la continuité du projet.

5. Conclusions et recommandations pour consolider et relancer le projet.

FAIRE LA PAIX AVEC L'EAU

Ricardo Petrella

RÉSUMÉ:

La présentation décrit les raisons qui ont poussé à l'organisation à Bruxelles du 12 au 13 février 2009 de la conférence internationale « Faire la paix avec l'eau » par le World Political Forum (présidé par Mikhaïl Gorbatchev), avec le soutien des groupes politiques du Parlement européen, à l'initiative de l'Institut Européen de Recherche sur la Politique de l'Eau (IERPE). Dans une deuxième partie, elle explicite l'objectif principal de la Conférence consistant dans l'élaboration et

l'approbation d'un projet de Protocole Mondial sur l'Eau, qui vise à définir et à faire respecter les principes, les objectifs et les modalités de garantir l'accès à l'eau à tous les habitants de la Terre dans le cadre d'une utilisation durable, coopérative, juste et solidaire de l'eau. A cette fin, sont mentionnés les travaux de recherche censés alimenter le contenu du Protocole à partir de quatre axes thématiques. Le document termine avec une description succincte des groupes de travail mis en place, le format de la Conférence et la nature des participants attendus.

LA DURABILITÉ DE LA GESTION DE L'EAU ET LE DÉVELOPPEMENT DURABLE: OPÉRATIONS EN COURS

Stela Goldenstein

RÉSUMÉ:

À partir de la transition démocratique du Brésil, des procédés de décentralisation et de participation de la gestion de l'eau ont été établis. Les transformations ont permis une meilleure transparence des décisions, en réduisant le caractère technocratique qui est mis historiquement en exergue par la gestion tant publique que privée de l'usage de la ressource naturelle. La participation des autorités municipales dans les décisions d'intérêt régional apporte des changements intéressants dans leur insertion, imposant de manière claire le besoin de réviser les stratégies qui orientent l'ensemble des

politiques publiques. La présence de représentants de différentes couches sociales et de parties prenantes dans les comités de bassin hydrographique montre simultanément la fragilité de telles représentations et les difficultés des pouvoirs publics à les accepter comme de véritables interlocuteurs.

MOTS CLÉS:

Représentation, mouvements sociaux, comités de bassin, procédés de prise de décision pour la gestion de l'eau.

GOVERNANCE ET GARANTIE DU "DROIT À L'EAU"

João Bau

RÉSUMÉ:

Considérant que l'eau «est essentielle à la vie et à la santé», le Comité des droits économiques, sociaux et culturels des Nations Unies a reconnu expressément, en 2003, le «droit à l'eau» comme un droit de l'homme. Droit à l'eau défini comme consistant en «un approvisionnement suffisant, physiquement accessible et à un coût abordable, d'une eau salubre et de qualité acceptable pour les usages personnels et domestiques de chacun». Ce qui signifie que, outre l'accessibilité physique du bien eau, il faut encore en garantir l'accessibilité financière, c'est-à-dire permettre que l'approvisionnement en eau potable se fasse à des prix abordables pour tous les citoyens dans les quantités qui garantissent le droit à la vie. Si nous admettons qu'il relève de la responsabilité sociale collective d'assurer le respect d'un tel droit, il faut alors garantir l'existence de mécanismes de solidarité au niveau local ou régional, au niveau national et au niveau planétaire. De tels mécanismes sont discutés, ainsi que l'ensemble des valeurs, principes et stratégies qui doivent les fonder.

Rappelant la Déclaration européenne pour une nouvelle culture de l'eau, une brève référence est faite à un concept plus élargi du «droit à l'eau». En

effet, en plus de garantir le droit individuel à l'eau pour la vie, l'eau comme service environnemental garantit encore d'autres importants droits sociaux. Il faut rappeler ces droits, au moment où le système de «libre commerce» établi par l'OMC est à l'origine de pratiques de dumping social et environnemental, dont les principales victimes sont les pays et les populations les plus pauvres. Le droit sur des écosystèmes dont dépend notre existence, est une question fondamentale de notre temps. Et on ne peut nier que garantir la durabilité des systèmes aquatiques est une priorité maximum. Une fois de plus, il est important de discuter une bonne gouvernance qui soit l'expression d'une nouvelle culture de développement durable.

En conclusion, nous demandons une gouvernance de l'eau qui réponde aux problèmes découlant du manque de transparence et de participation des communautés locales et qui soit fondée, notamment, sur des principes d'éthique sociale, de solidarité, d'égalité et ce, dans une perspective de développement durable.

MOTS CLÉS:

Eau, droit à l'eau, gouvernance de l'eau.

LA GOUVERNANCE ET LA GARANTIE DU DROIT À L'EAU – L'EXPÉRIENCE DU BRÉSIL ET LES DÉFIS À RELEVER

Manfredo Pires Cardoso

RÉSUMÉ:

La législation relative aux ressources hydriques du Brésil est considérée comme une des plus avancées du monde ; les provinces fédératives ont également des lois similaires proclamant des fondements, intégrant des instruments à caractère démocratique et stimulant la gestion intégrée, participative et décentralisée, ce qui favorise la pratique de la bonne gouvernance. La conception et l'institution du système national de gestion des ressources hydriques, avec la participation de tous les secteurs gouvernementaux, des usagers de l'eau et des membres de la société civile représentent un facteur primordial pour l'efficacité de la gouvernance, permettant de fournir à la population l'accès à une eau de qualité. Néanmoins,

les clivages régionaux du Brésil, et notamment les différences climatiques et leurs effets directs sur les régimes hydrologiques d'une part et sur l'expansion démographique urbaine d'autre part, associés à une insuffisance des infrastructures hydrauliques ne permettent pas à la population de bénéficier du juste droit à l'accès à l'eau. Les progrès institutionnels obtenus et les autres en cours sont présentés ainsi que les expériences réussies dans la gestion et pour l'amélioration de la disponibilité de l'eau.

MOTS CLÉS:

Gouvernance, gestion intégrée des ressources hydriques, expériences brésiliennes réussies, infrastructure hydraulique.

LA RÉVOLUTION SILENCIEUSE DE L'EXPLOITATION ACCRUE DES EAUX SOUTERRAINES: LE POUR ET LE CONTRE

Ramón Llamas

RÉSUMÉ:

Au cours de ces cinquante dernières années, une véritable révolution silencieuse s'est produite dans l'agriculture de la plupart des pays arides et semi-arides du globe, à savoir l'exploitation intensive de leurs eaux souterraines. Des millions de cultivateurs de toutes parts ont fait le choix de se tourner de plus en plus vers les ressources en eau souterraine disponibles. Cela a permis à leurs pays de récolter d'abondants bénéfices économiques et sociaux. Hormis dans les régions très défavorisées, cette augmentation spectaculaire de l'utilisation des eaux souterraines est motivée par des raisons économiques : le coût de l'extraction de ces eaux ne représente normalement qu'une faible part de la récolte assurée. En ce qui concerne les régions les plus défavorisées, les eaux souterraines constituent probablement la seule alternative viable pour atteindre les Objectifs du Millénaire des Nations Unies.

Des données recueillies dans plusieurs pays montrent que l'irrigation par l'eau souterraine s'avère bien plus efficace que les systèmes d'irrigation utilisant l'eau de surface et qu'elle permet ainsi d'atteindre l'objectif de « more crops and jobs per drop » (plus de production et d'emploi par goutte d'eau). Cependant, dans les pays industrialisés arides et semi-arides, ce paradigme

devient « more cash and nature per drop » (plus de cultures de rente et de nature par goutte d'eau).

Cette « révolution silencieuse » s'est déroulée sans contrôle de la part des agences publiques de l'eau, produisant de ce fait des effets indésirables en certains lieux. Bien que ceux-ci ne justifient en aucun cas les « hydromythes » qui nous envahissent et les paradigmes obsolètes qui soulignent le caractère fragile des eaux souterraines, il n'en reste pas moins que la gestion appropriée des ressources en eau souterraine demeure un enjeu planétaire. Cet exposé offre un aperçu de ces questions et met en évidence la nécessité de sensibiliser l'ensemble de la société à l'importance des eaux souterraines et de créer des associations d'utilisateurs à l'approche « bottom-up » (ascendantes) pour gérer les aquifères comme un réservoir commun.

MOTS CLÉS:

Exploitation des eaux souterraines, révolution silencieuse, efficacité d'irrigation, vision mondiale sur l'eau, Objectifs du Millénaire des Nations Unies, hydromythes, associations d'utilisateurs des eaux souterraines.

LA GESTION DE L'EAU SOUTERRAINE: UNE PROPOSITION BASÉE SUR LA PARTICIPATION

Fernando López Vera

RÉSUMÉ:

La nature hydrologique de l'eau souterraine, se trouvant dispersée dans de grandes zones et son accessibilité facile ont permis de la mettre à profit de manière individuelle hors de tout contrôle, provoquant ainsi deux problèmes graves qui menacent sa durabilité : la surexploitation et la pollution due aux fertilisants et aux pesticides.

Dans une action sans précédent, du bas vers le haut, en partant des usagers, des techniciens, des chercheurs et en général de tous les acteurs qui sont impliqués dans les eaux souterraines, une proposition de modification de loi relative aux eaux et au règlement du domaine public hydraulique a été réalisée, se basant sur une gestion conjointe entre l'administration et les usagers et établissant des procédés pour affronter cette problématique.

L'ÉVALUATION ET LE PILOTAGE DE LA GOUVERNABILITÉ DES BASSINS: RÉFLEXIONS ET PROPOSITIONS

Ricardo Sandoval

Conférence magistrale

RÉSUMÉ:

La crise mondiale de l'eau relève avant tout de la gestion et cette caractéristique fait l'objet d'un consensus dans le domaine de la gestion de la ressource ; cette dernière est identifiée par la notion de gouvernabilité, une propriété des différents domaines institutionnels de gestion de la ressource susceptible d'être évaluée, améliorée et par conséquent mesurée. De là, l'idée de disposer d'indices supplémentaires qui permettent de suivre les progrès de l'amélioration de la gestion hydrique mondiale voire même d'encourager de manière positive les pays qui font l'objet de ces comparaisons. Cet exposé met en question, à partir de la révision des notions de gouvernabilité, son application à la gestion hydrique, son rapport avec les approches sous-jacentes aux modèles usuels de planification

et de gestion de la ressource mais aussi, à partir des variations qui peuvent être identifiées dans les différents discours relatifs à la gouvernabilité de l'eau, la pertinence et l'utilité concrète des procédés de mesure proposés jusqu'à ce jour, en termes de cohérence conceptuelle et selon leurs éventuelles conséquences. Les risques de perceptions tronquées ou d'effets pervers sont mis en relief. L'étude et le développement de tableaux d'indicateurs mondiaux sont proposés ainsi qu'un modèle de direction participative de la gouvernabilité des bassins dans le domaine local, sur la base d'une réflexion et d'une élaboration soignée des notions et des instruments de gouvernabilité, en tenant compte du rapport entre les moyens, les ressources, les procédés, les projets et les indicateurs pression / état / réponse.

LE PROJET AQUIFÈRE GUARANI: LES LEÇONS À RETENIR

Luiz Amore

RÉSUMÉ:

Le projet pour la protection environnementale et le développement durable du système aquifère guarani est une initiative qui a été mise en place par l'Argentine, le Brésil, le Paraguay et l'Uruguay en 2003 et qui prendra fin en janvier 2009; financé grâce à une donation du Fonds pour l'environnement mondial, le projet a pu atteindre les objectifs fixés : construire une base commune de connaissance scientifique et technique sur l'aquifère, élaborer une série d'instruments de gestion que les pays s'approprient dans le cadre d'une politique publique à établir (réseau de contrôle de puits ; carte de base qui englobe la surface de l'aquifère, soit 1,2 millions de km²; base de données hydrogéologiques avec près de

10.000 regards de puits; systèmes d'information sur l'aquifère; modèles mathématiques de simulation, entre autres)

À la lumière de ces connaissances acquises, indiquant que la nature physique de l'aquifère requiert une gestion locale et en s'appuyant sur les instruments générés qui ne peuvent être développés qu'au niveau régional, il convient de travailler à la mise en place de politiques de gestion tout autant qu'à la conservation du cadre de concertation et de consensus régional préconisées par le Projet.

LES LEÇONS PRATIQUES DU PLAN DE RESSOURCES HYDRIQUES DE COSTA RICA

José Miguel Zeledón

RÉSUMÉ:

Le Plan national de gestion intégrée est un instrument essentiel de la politique de planification et de gestion des ressources hydriques et il permet d'autre part d'honorer les engagements internationaux communs pour la communauté ibéroaméricaine. Cet exposé offre un aperçu des critères qui ont été adoptés au Costa Rica en vue de l'élaboration de son Plan hydrologique national, en insistant sur le principe du bassin hydrographique en tant qu'unité de planification, la gestion décentralisée et participative et la reconnaissance de la valeur économique de l'eau.

LA MÉMOIRE INSTITUTIONNELLE ET LÉGALE DU SECTEUR DES RESSOURCES HYDRIQUES AU GUATEMALA

Elisa Colóm de Morán

RÉSUMÉ:

À l'instar des autres pays du globe, le Guatemala présente des ressources hydriques qui subissent des changements négatifs quant à leur qualité et à leur disponibilité, ce qui entraîne des limitations d'usage, quelle qu'en soit sa nature : domestique, agricole pour l'irrigation, hydroélectrique ou industriel. Ce texte présente un aperçu de la mémoire institutionnelle et légale de la planification et de la gestion des ressources hydriques au Guatemala, du commencement, il y a environ deux décennies, jusqu'à l'initiative de la loi relative à l'utilisation des ressources hydriques au niveau du bassin hydrographique ; il cherche d'autre part à expliquer les leçons apprises tout au long de ce procédé.

EL TRIFINIO: UNE EXPÉRIENCE TRINATIONALE DE GESTION PARTAGÉE DE L'EAU. VISION DU SECRÉTARIAT EXÉCUTIF TRINATIONAL

Julián Muñoz Jiménez et Mario Buch

RÉSUMÉ:

Dans la région du Trifinio, un territoire partagé entre le Salvador, le Guatemala et le Honduras, il existe des conditions favorables pour démontrer qu'un partage de l'eau responsable et équitable est possible ; les conditions de qualité et de quantité peuvent être également améliorées, contribuant à la conservation de l'eau tout en progressant dans la construction de la paix et l'intégration régionale au moyen de l'harmonisation de l'usage de l'eau de manière responsable par chaque acteur-usager des ressources régionales partagées.

La gouvernance dans le bassin transfrontalier du fleuve Lempa est partie de la signature d'un Traité entre les gouvernements des pays qui a été vital en tant qu'instrument politique ; il soutient les interventions dans le territoire et crée l'institutionnalité légale et régionale pour développer la coordination interinstitutionnelle des trois gouvernements au bénéfice du territoire. La coopération pour ces interventions doit être progressive, opportune et adéquate afin d'atteindre

une maturité où les pays cèdent d'une certaine façon leurs compétences de souveraineté, exercice auquel ils ne sont pas habitués. Si la coopération a lieu à un moment où le processus politique n'est pas propice, il peut y avoir des actions de défense de souveraineté avec le risque de devenir un élément de dissociation et non plus d'intégration.

Pour une bonne gouvernabilité de l'eau, il est indispensable d'aborder le thème de manière globale sous un angle multisectoriel, en tenant compte des propositions à caractère économique, social, environnemental, institutionnel et dans le cas d'une région transfrontalière, il faudra également considérer l'aspect régional.

MOTS CLÉS:

Bassin transfrontalier, trinational, eaux partagées, communautés des communes, gouvernabilité de l'eau.

LA GESTION DE L'EAU DANS UN ÉTAT FÉDÉRAL: L'EXEMPLE DU CANADA

J. Owen Saunders

RÉSUMÉ:

Le Canada, en tant qu'état fédéral, est confronté à un défi de taille, à savoir la gestion de ses vastes ressources en eau, pour la plupart transfrontalières, partagées avec les États-Unis ou entre différentes provinces canadiennes. Bien que le gouvernement fédéral possède de puissants moyens de pression constitutionnels en mesure d'influencer certains aspects de la gestion de l'eau, il ne ressort pas de son entière compétence de l'aborder de façon intégrée. En vertu de la constitution canadienne, la gouvernance et la responsabilité législative en matière de gestion des ressources naturelles, dont la gestion de l'eau, incombent en général aux provinces, sauf en cas d'intérêts fédéraux spécifiques. Toutefois, il est clair que le gouvernement fédéral pourrait user bien davantage de son pouvoir en la matière, et ce sans nier à aucun moment la suprématie des provinces. La

réticence du pouvoir fédéral à exercer son autorité dans les questions de l'eau dont l'intérêt est clairement national, notamment dans le cas des cours d'eau transfrontaliers, a constitué une véritable pierre d'achoppement pour le développement de plans de gestion de bassin efficaces au Canada. Ces ressources seront de plus en plus disputées au cours des prochaines décennies, notamment au regard des effets attendus du changement climatique, et si le gouvernement fédéral ne fait rien pour s'affirmer et faire valoir l'intérêt national de la gestion de l'eau, la résolution des défis émergents en termes de gestion de l'eau risque de s'en ressentir.

MOTS CLÉS:

Fédéralisme, loi, gouvernance de l'eau.

RIVER BASIN TWINNING: A TOOL FOR COOPERATION

Jean François Donzier

Keynote conference

RÉSUMÉ:

There are many types of twinning (among communities, schools, governments), but the type of twinning tackled within this document is regarding “integrated water resources management at river basin level”. This twinning means establishing a link between two (or more) basin organisations (or similar entities that deal with water management at the basin level) to foster exchanging of knowledge, learning from each other and discussing similar problems.

During last decade, in the geopolitical context of the European Union or within the framework of the development of Southern Countries, many twinings were undertaken between Basin Organisations (BO) to foster the exchange and to improve practices related to the Integrated Water Resources Management (IWRM). This paper aims at discussing the advances and setbacks experienced by the twinning process to contribute in the debate that will be carried out during the Water Tribune in Zaragoza.

SDAGE DE L'ADOUR-GARONNE

Vincent Frey

RÉSUMÉ:

Le plan hydrologique (2010-2015) du bassin Adour-Garonne dans le sud-ouest de la France a pour objectif de respecter les engagements de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DMA). La préparation de ce plan repose sur une co-élabora-

tion des documents au niveau local (sous-bassins). Malgré ce mode de travail pragmatique et participatif, la complexité de la question crée un espace cloisonné, entre le « planificateur » et le citoyen. Toutefois, la prise de conscience des autorités territoriales et des citoyens sera essentielle pour atteindre les objectifs avec des coûts financiers réduits.

LES LEÇONS DE L'ÉLABORATION DU PLAN MAÎTRE DU BASSIN DU LERMA-CHAPALA

Enrique Aguilar Amilpa

RÉSUMÉ:

Le bassin Lerma-Chapal est particulièrement important pour le Mexique en termes économiques, sociaux et politiques. Il alimente plus de huit millions de personnes, l'industrie qui y est implantée représente 33% du PIB industriel national et l'agriculture d'irrigation contribue de manière significative aux exportations de ce secteur ; 20 % du commerce et des services du pays se développent dans cette région. Aussi des conflits liés à l'eau sont-ils apparus, avec des problèmes de pollution et une pénurie qui s'accroît en raison

d'une efficacité d'usage réduite et des impacts environnementaux considérables. Un procédé de planification a été initié il y a vingt ans dans le bassin autour d'un objectif central mais il n'est pas encore arrivé à terme : il s'agit de sauver le lac de Chapala, le plus grand lac naturel du pays qui est touché par les usages en amont. Une telle initiative est le reflet de changements importants dans la vie politique et démocratique du pays, avec des résultats positifs bien qu'encore limités mais d'une grande valeur pour sa contribution à la conception nationale de politiques publiques participatives, avec des résultats concrets et des défis à relever.

LA PROBLÉMATIQUE DE LA GESTION DE L'EAU DANS LES RÉGIMES DÉCENTRALISÉS AU NIVEAU POLITIQUE: L'EXEMPLE DE L'ESPAGNE

Antonio Embid Irujo

RÉSUMÉ:

Les régimes décentralisés affrontent une problématique de la gestion de l'eau différente de celle des états unitaires. Plus le degré de décentralisation politique est grand, plus les compétences des parties de l'état décentralisé relatives à l'eau sont fortes. Lorsque la division politique se superpose à la division naturelle des bassins hydrographiques, des défis de gestion difficiles à relever apparaissent car les bassins dépassent très souvent, en extension, le territoire des états (provinces, régions), la gestion de bassins communs de certains pays n'étant possible que par des accords similaires à des traités internationaux. En Espagne, la solution a été d'attribuer à l'état la gestion des bassins qui englobent le territoire de plus d'une communauté autonome et à ces dernières la ges-

tion des bassins qui se limitent à leur propre territoire. Néanmoins, cette solution est propice aux tensions, les dernières réformes de certains statuts autonomes ayant posé de nouveaux défis de gouvernement. La problématique de ces régimes politiques reste le transfert des ressources hydriques (transvasements de l'eau), ce qui provoque des conflits territoriaux majeurs dans certains cas.

MOTS CLÉS:

Compétences, communautés autonomes, bassin hydrographique, organismes de bassin, transferts d'eau entre les bassins hydrographiques.

SHARED WATERS, SHARED BENEFITS

Ashok K. Subramanian

RÉSUMÉ:

Transboundary water management has been piloted and studied in many parts of the world. Regional and national organizations have been established to build trust among countries and their leaders, to share knowledge and information and to plan and implement projects sharing benefits and costs. Many collaborative efforts have delivered evidence that conflict and lack of cooperative management would be expensive, disruptive, and would interfere with efforts to relieve human suffering, reduce environmental degradation, and achieve economic growth.

There are 263 rivers around the world that cross the boundaries of two or more nations, and an untold number of international groundwater

aquifers. So, in many parts of the world, the potential for conflict still exists, and parties involved have not yet embarked on the path of assessing incentives for regional cooperation or have not started systematic dialogue for exploration of shared use of water as a unique resource. What can these countries learn from the experiences of other water basins?

In this session several experts and key players in river basins will share their experiences in the African context and formulate a set of recommendations i.e. defining steps to identify incentives to get countries and stakeholders together around the dialogue table, to assess the pros and cons of those incentives and to communicate and negotiate with each other about win-win solutions.

LA PROMOTION DE LA SÉCURITÉ ET DE LA COOPÉRATION DANS LES BASSINS HYDROGRAPHIQUES

Bernard Snoy, David Swalley, Saba Nordstrom et Raul Daussa

RÉSUMÉ:

Le partage des ressources en eau entre deux ou plusieurs pays est souvent source de conflit. La gestion partagée de ces ressources est la meilleure mesure de prévention contre ces éventuels conflits. À cette fin, le Bureau du coordinateur des activités économiques et environnementales de l'OSCE (OCEEA) a développé une série d'initiatives dans les bassins versants du Dniestr (Europe de l'Est), du Chu-Talas (Asie Centrale) et du Kura-Araks (Caucase du Sud).

L'OSCE a déjà fait ses preuves en tant qu'interlocuteur dans le domaine de la gestion de l'eau. Elle accompagne notamment les états participants dans la négociation de conventions

et d'accords et favorise le dialogue entre les états riverains en développant des projets destinés à renforcer la coopération dans ce domaine.

Parmi les projets déjà développés par l'OSCE en matière de gestion de l'eau figurent ceux destinés à prévenir les conflits, à résoudre les conflits et à dessiner les étapes de reconstruction post-confliktuelle.

MOTS CLÉS:

OSCE, OCEEA, sécurité, coopération, bassin hydrographique, conflit, prévention, résolution, Europe de l'Est, Asie Centrale, Caucase du Sud, Dniestr, Chu-Talas, Kura-Araks.

Semaine Thématique 5

LES SERVICES D'APPROVISIONNEMENT ET D'ASSAINISSEMENT

Cadre régulateur et institutionnel
Vociété et niveau de services
Efficacité, gestión et developpement

Remerciements

Il convient tout d'abord de remercier les personnes suivantes pour leur participation à la Semaine Thématique relative aux services d'approvisionnement et d'assainissement, sans laquelle une telle qualité n'aurait été possible.

Nous tenons à remercier Pedro García, administrateur du Canal de Isabel II et Sici Sanchez Tamarit du Ministère de l'Environnement, du Milieu rural et Marin pour leur collaboration à la coordination de la semaine thématique.

Nous remercions tout particulièrement l'équipe de la Tribune de l'eau: Eduardo Mestre et Carlos Rodríguez Casals pour leur travail de direction et de coordination, sans oublier les volontaires, les polyvalents, les techniciens du son et de l'image, les régisseurs, les chefs d'équipe et les responsables du Pavillon de la Tribune, les responsables des différents départements, les conseillers et les collaborateurs externes, le personnel administratif et toutes les personnes qui ont rejoint l'équipe de la Tribune de l'eau et qui par leur participation ont contribué au succès de la semaine.

Il faut souligner d'autre part le travail des modérateurs des séances, des tables rondes et des participants qui ont enrichi et animé les contenus de la semaine ; leurs travaux ne figurent pas dans ce document car aucun document écrit de leur participation ne leur a été demandé.

- Pierre-Yves Monette, Secrétaire général EUREAU
- Manuel Marchena, Conseiller délégué EMASESA, Espagne
- Dominique Demessence, Directeur de la clientèle, Agbar Agua, Espagne
- José De Castro, Directeur, AEAS, Espagne
- Ventura Bengoechea, Spécialiste de l'eau et de l'assainissement, Afrique de l'Ouest et Afrique Centrale, Banque Mondiale

- Manuel G. Mariño, Spécialiste de l'eau et de l'assainissement, Unité urbaine, Région d'Amérique Latine et Caraïbes, Banque Mondiale

- Enrique Hernández, Directeur de la gestion des services, Aqualia

- Frédéric Certain, Conseiller délégué, Veolia Agua

- Erasmo de Alfonso, Conseiller Senior, Aquafed

- Gustavo Saltiel, Responsable de secteur pour le Mexique, Département du développement durable d'Amérique Latine, Banque Mondiale

- David Sislen, Responsable de secteur pour la Colombie, Département du développement durable d'Amérique Latine, Banque Mondiale

- Carlos Velez, Spécialiste en économie, Département du développement durable d'Amérique Latine, Banque Mondiale

Nous témoignons également notre reconnaissance aux personnes suivantes pour leur remarquable participation à la séance du Global Development Learning Network du 15 juillet 2008 :

- Meike van Ginneken, Sr. WSS Specialist, ET-WWA, World Bank

- Karen Sirker, Social Development Specialist, WBISD, World Bank Institute

- Dario Urbina. Puerto Cortes. Directeur technique, Municipalité de Puerto Cortés.

- Carlos Alza, Adviser of the National Ombudsman Office and former Deputy Ombudsman for Public Utilities and Environment

- Nicolas Meyer. Word Bank Institute

- Thomas P. Pitaud. Word Bank Institute

Enfin, nous remercions AEAS, EUREAU et IWA pour leur soutien et leur collaboration à l'événement.

Francisco Cubillo
Coordinateur

Introduction

Les journées relatives aux “Services d’approvisionnement et d’assainissement” ont eu lieu du 15 au 18 juillet, dans le cadre de la Tribune de l’eau d’EXPO ZARAGOZA 2008 et elles ont été coordonnées par Francisco Cubillo du Canal de Isabel II. Ces journées ont permis de réunir 42 intervenants et près de 400 experts en la matière provenant de plus de 32 pays. L’événement a couvert un large spectre de points de vue, de connaissances, d’expériences et de responsabilités, ce qui a contribué à d’intéressantes prises de position, à des débats et à des suggestions très enrichissantes.

L’objectif commun visait le dialogue, la réflexion commune et l’identification des principaux défis actuels et futurs dans la gestion de l’eau urbaine pour déterminer finalement les éventuelles solutions qui contribuent à un usage durable de la ressource et à une gestion efficace des services d’approvisionnement et d’assainissement et plus particulièrement pour permettre à l’ensemble de la population de la planète de réaliser son droit à l’accès à l’eau potable et à l’assainissement, selon les Objectifs du millénaire pour le développement.

La semaine a été axée sur l’analyse de la problématique de la prestation des services d’eau et d’approvisionnement dans le milieu urbain ainsi que sur l’identification des solutions qui permettent de conjuguer la satisfaction des ressources et des engagements envers la société, les possibilités de durabilité et la recherche de l’efficacité dans la réalisation des standards établis par les cadres juridiques, régulateurs ou tout simplement dans les objectifs des bonnes pratiques des responsables de la gestion des services.

Le problème a été abordé selon cinq axes principaux :

- Le cadre régulateur et institutionnel des services urbains de l’eau.
- Les attentes de la société et le niveau des services.
- Le forum des pratiques exemplaires.
- La capacité technologique, les facteurs déterminants et les solutions.
- L’efficacité comme paradigme pour le citoyen, les pratiques de gestion et le développement.

La participation et les approches se sont distinguées par la diversité des points de vue et des expériences.

L’analyse a été menée à bien selon les expériences de gestion actuelles, nourrie de débats sur les bonnes pratiques et les exemples, sans taire pour autant les points faibles, les vulnérabilités et les obstacles de taille.

Les séances ont inclus :

► Des expériences et des approches des institutions et des organismes financiers, des organismes de régulation et d’autres sociétés régies qui fonctionnent selon différents modèles entre la gestion publique et la gestion privée.

► Des initiatives et des stratégies des agences internationales et des approches au niveau national ou local dans la vaste gamme de niveaux de développement existants dans le monde entier.

► La prise de position des agences qui marquent le contexte environnemental des prestations de services avec les objectifs visés dans la planification des ressources hydriques et leurs différents formats d’assignation et de distribution pour les

sociétés d'alimentation d'eau et dans la planification des niveaux de rejets pour les responsables de l'assainissement.

► Les points de vue, l'implication et les attentes des sociétés qui représentent les agents sociaux, les entreprises et les organismes qui mènent à bien les tâches permettant de réaliser tous les services liés à l'approvisionnement en eau et à son assainissement et son retour au milieu naturel.

Le débat a brillé par la rigueur de ses analyses et par l'apport des connaissances qui favorisent l'expérience dans la pratique de la prestation des services dans différents contextes sociaux, économiques et environnementaux et les points de vue scientifiques et technologiques qui visent et étudient de nouvelles solutions. Les opinions et les expériences des participants ont été complétées par la participation des assistants à l'analyse, aux conclusions et aux recommandations pour chaque séance et thème respectifs.

Il a été question des objectifs et des plans existants dans les domaines internationaux et régionaux et de cas d'étude nationaux et locaux lors du forum des pratiques exemplaires.

Des expériences relatives aux procédés d'information et de participation publique dans l'établissement de niveaux de service, les préférences et la disposition sociale dans la sécurité et la protection en termes de risques acceptables ont été présentées ainsi que l'analyse de la viabilité, des délais et des coûts d'obtention.

Les initiatives dans l'intégration de gestion des procédés commerciaux liés à la prestation des services et à la mesure de la satisfaction des clients ont été exposées et analysées ainsi que l'efficacité des mesures visant à encourager et à favoriser les changements dans les usages et la consommation d'eau, obligeant à la mise en place de nouvelles politiques orientées vers la demande et l'engagement environnemental.

Le débat a insisté également sur la technologie, sur ses capacités actuelles et sur les solutions

qu'elle peut proposer. Les grands progrès qui ont été réalisés dernièrement en matière d'eau et de déchets, d'augmentation des disponibilités de ressources aptes à la consommation et de régénération des eaux résiduelles en vue de leur réutilisation ont été exposés, sans oublier les solutions adaptées aux conditions particulières du milieu rural et des contextes de faibles revenus.

Quant à l'efficacité, le débat a été axé sur les nouveaux paradigmes et la place majeure des facteurs environnementaux et sociaux qui obligent à réviser les stratégies antérieures et à garantir la réalisation des nouvelles conditions en maintenant les résultats économiques adéquats pour les responsables de la gestion. Cette approche a également présenté des exemples de tous les continents avec différents modèles de gestion qui ont permis de faire une étude de l'efficacité obtenue dans la prestation des services, dans les différents milieux urbains.

Il a été également question du besoin d'une gestion stratégique des infrastructures urbaines relatives à l'eau, de leur planification, leur gestion, leur rendement, les pertes réelles et apparentes, les épisodes extrêmes de pénuries et de crues, la prévention et la gestion des risques impliqués, la sécurité qui est devenue une condition majeure lors de ces dernières années, l'impact sur le milieu aquatique, la gestion de la demande en tant qu'alternative pour atteindre la prétendue garantie d'approvisionnement et de services sûrs et de qualité.

En résumé, un bilan a été dressé sur la problématique relative à la prestation des services d'approvisionnement et d'assainissement dans le milieu urbain pour améliorer la connaissance du problème à partir de l'échange d'expériences et d'opinions.

Le présent document recueille la documentation écrite disponible sur les conférences réalisées, avec un rapport de synthèse et des conclusions rédigées et révisées par un groupe d'experts choisis parmi les participants et les intervenants.

Document de synthèse

Coordinateur: Francisco Cubillo

Le présent paragraphe de synthèse et le suivant relatif aux conclusions reflètent, selon l'opinion du comité responsable de rédaction, le résultat des débats et des présentations qui ont eu lieu lors de la Semaine Thématique 5 de la Tribune de l'eau.

Les personnes suivantes ont participé à la rédaction desdits documents :

- Frédéric Certain, Veolia Agua.
- Francisco Cubillo, Canal de Isabel II.
- Erasmo de Alfonso, Aquafed.
- José de Castro, AEAS.
- Gerard Payen, UNSGAB.
- Joaquín Pérez-Novó, Veolia Agua.
- Fernando Rayon, AGBAR Agua.
- Nicolas Renard, Veolia EAU.
- Sici Sánchez, Ministère de l'Environnement, du Milieu Rural et Marin.
- Thomas van Waeyenberge, Aquafed.

1. LES DÉFIS ACTUELS DE L'EAU

Sur une planète où 20 % de la population mondiale n'a pas accès à l'eau potable, où la moitié n'a pas accès à un assainissement adéquat et où 3 milliards de personnes ne disposent pas d'un point d'accès à l'eau proche, le défi essentiel est de palier et de résoudre cette situation. Des initiatives notables ont été menées selon les Objectifs

du Millénaire mais les progrès sont plus lents que prévus malgré les approches raisonnables de ces objectifs qui n'incluent pas les attentes des sociétés les plus développées telles que la qualité, la disponibilité et la fiabilité de l'eau et de l'assainissement.

Sans assainissement, les conditions d'hygiène sont catastrophiques et le nombre de maladies infectieuses élevées. On estime que ces dernières sont responsables de la mort de plus de 2,5 millions de personnes dans le monde chaque année. Le manque d'eau et d'assainissement sont des indicateurs de pauvreté et ils ne font que l'accroître.

Le droit à l'eau et à l'assainissement est essentiel pour garantir le droit primordial à la vie.

Outre le défi essentiel de la réalisation des Objectifs du Millénaire, cinq défis, tout aussi importants les uns que les autres, ont été identifiés :

- La disponibilité des ressources et le changement climatique
- L'augmentation démographique et la concentration dans les villes
- La gouvernabilité de l'eau et les cadres institutionnels
- Le financement des services de l'eau
- L'impératif de l'efficacité intégrale

► La disponibilité des ressources et le changement climatique.

À peine 5 % des ressources hydriques de la terre sont constituées d'eau douce (versants, fleuves et nappes phréatiques), dont seuls 0,3 % possèdent un accès facile. Le reste se trouve attrapé dans les calottes polaires et dans les glaciers. Ce petit pourcentage est réparti de manière inégale sur la planète et sa distribution au cours des saisons est également irrégulière. Le changement climatique modifie cette distribution déséquilibrée et la tendance est à la diminution des ressources dans de nombreuses zones qui présentent un taux élevé de consommation et une croissance vertigineuse, d'où l'augmentation croissante des territoires souffrant de pénurie d'eau sur la planète. La pollution des ressources hydriques comme conséquence de l'activité humaine a une incidence sur l'usage potentiel de l'eau pour de nombreuses utilisations, réduisant sa disponibilité ou augmentant son coût d'utilisation ultérieure.

L'eau est un élément fini qui se renouvelle à l'échelle planétaire et qui se manifeste sous différentes formes et emplacements. Son prix est souvent subventionné et contrairement au pétrole, il ne justifie pas le transport sur de grandes distances, ce qui soumet la disponibilité dans certains noyaux urbains aux tarifs établis par les autorités locales.

Les ressources accessibles disponibles se réduisent en raison de l'augmentation des pressions qui y sont exercées et suite au changement climatique.

► L'augmentation démographique et la concentration dans les villes

La planète est habitée aujourd'hui par 6 milliards de personnes alors qu'il y a à peine 40 ans, elle n'en enregistrait que 3 milliards. Selon le dernier rapport sur l'évolution de la population de l'ONU, ce chiffre devrait dépasser au cours des

40 prochaines années les 9 milliards de personnes. C'est la première fois dans toute l'histoire de l'humanité que la croissance de la population a été aussi rapide, en dépit de certains signes de stabilisation apparents. De plus, cet écart de qualité de vie si profond entre les différentes régions de la planète n'avait jamais existé.

En 2008, la moitié de la population, c'est à dire, plus de 3 milliards de personnes, vivent dans les villes dont la moitié se trouve dans les pays les moins développés. Les prévisions indiquent le maintien de cette tendance, ce qui se traduira par l'augmentation des villes et des zones périphériques, occupant des territoires qui sont actuellement destinés aux cultures et aux forêts.

De plus, un mouvement migratoire imparable s'est mis en marche vers les zones côtières. Aujourd'hui, 20 % de la population mondiale vit à moins de 25 km de la côte et 40 % à moins de 100 km où les sources d'eau sont moins fréquentes et plus difficiles à utiliser à moins de recourir à des options de dessalement qui bien qu'efficaces dépensent actuellement de grands volumes d'énergie et ne permettent pas, de par leur coût, l'utilisation dans des pays peu développés.

La croissante urbanisation du territoire et l'augmentation de la population dans les villes compliquent chaque fois plus la conjonction de l'offre et de la demande et ils concentrent les impacts sur les masses d'eau.

► La gouvernabilité de l'eau et les cadres institutionnels

La condition de l'eau en tant que service public est un aspect prioritaire pour les autorités compétentes. Elle leur confère une certaine notoriété dans les programmes politiques et elle est à l'origine de très nombreux litiges et conflits de compétences et de gouvernabilité entre les agents

et les gestionnaires du cycle intégral de l'eau, notamment dans le domaine urbain où le tissu social de la gestion est plus fort. Ceci se traduit par un frein à l'efficacité qui finit toujours par se répercuter sur les citoyens et l'environnement et qui complique les approches visant les horizons à moyen et à long terme.

C'est pourquoi, il faut tenir compte des prémisses suivantes :

- L'usage de l'eau comme arme politique va au détriment de la population.
- Les aspirations idéologiques ne devraient pas menacer les principaux objectifs de "satisfaction des usagers" et d' "efficacité dans la prestation du service".
- Les politiques relatives à l'eau des différents gouvernements ne sont pas suffisamment ambitieuses quant au développement de l'accès à l'eau et à l'assainissement.

Dans la direction de l'eau, de nombreuses autorités publiques responsables des services de l'eau et de l'assainissement sont locales et cette tendance augmente en raison du progrès de la décentralisation. Très souvent, ces sociétés ne disposent pas des ressources humaines, techniques et financières nécessaires pour faire face à cette responsabilité, ce qui a une répercussion sur la qualité et la viabilité des services offerts.

La superposition de compétences et le manque de définition des rôles et des agents impliqués dans la gestion de l'eau compliquent énormément la mise en place des mesures nécessaires pour faire face aux nouveaux défis, favorisant l'apparition de conflits en raison de l'usage et de la redistribution de l'eau. L'existence d'organismes régulateurs dûment dotés qui garantissent des critères techniques et indépendants de fonctionnement et de contrôle devrait faciliter la généralisation de services de qualité.

De même, il est chaque fois plus nécessaire de compter sur la participation publique (associations de consommateurs, professionnels et société civile en général) afin de connaître les préférences et l'avis des bénéficiaires sur les services et afin d'assurer une bonne gestion et une bonne direction de l'eau. Des progrès restent à faire en matière d'information et de transparence ainsi que dans l'implantation de mécanismes pour intégrer la participation publique dans les procédés de planification et de prestation des services urbains de l'eau. Néanmoins, il est évident que les questions de l'eau sont utilisées très facilement de manière démagogique. C'est pourquoi, dans cet encouragement à la participation publique, il faut concevoir avec soin les mécanismes nécessaires afin d'éviter toute manipulation de l'opinion publique.

Dans la plupart des pays, il n'y a pas de législation à ce sujet et dans d'autres, ce cadre existe mais il doit être adapté au contexte socioéconomique et technique spécifique et servir de référence à la prestation des services de l'eau.

Les carences et les difficultés réglementaires, institutionnelles et techniques en matière de direction de l'eau ne facilitent la manière de prendre en charge efficacement les attentes des citoyens pour ce service. Néanmoins, de nombreux exemples témoignent du bon fonctionnement de ces services.

Le financement des services de l'eau

Une règle générale devrait être le principe de "l'eau paie l'eau". La couverture de tous les coûts des services qui sont dérivés de l'accès à l'eau et de la détérioration environnementale correspondante doit être financée par le paiement des usagers. Aujourd'hui, nous avons de nombreux cas de figure où ce principe de couverture des coûts

n'est pas appliqué, l'eau servant au financement croisé d'autres services ou d'activités différentes. Ceci va à l'encontre de la garantie future des investissements et produit une décapitalisation du patrimoine hydraulique, compromettant en définitive la qualité des services proposés.

De la même manière, on ne peut pas exiger le paiement de services que l'utilisateur ne peut prendre en charge, notamment s'il s'agit de services indispensables à la vie. Les modèles tarifaires ne s'adaptent pas à la réalité socioéconomique de nombreux pays et bien que la gratuité de l'eau soit une grave erreur, il faut progresser dans la notion de solidarité entre usagers et de subvention partielle ou totale des services envers les plus démunis. Les solutions implantées avec succès dans certains pays ne sont pas applicables dans d'autres qui présentent des contextes culturels ou économiques différents. Mais dans tous les cas, il convient de ne pas oublier que la politique tarifaire de l'eau et la politique de redistribution de la richesse sont deux choses bien différentes. Tout comme il est raisonnable de ne pas utiliser les tarifs de l'eau pour financer d'autres services ou activités, il convient de ne pas recourir à la politique tarifaire de l'eau pour redistribuer la richesse, ce qui correspond à la politique fiscale des gouvernements. Les subventions visant à garantir l'accès à l'eau aux plus démunis devraient être la conséquence de la politique fiscale et non tarifaire et elles devraient être définies de manière à ne pas inciter au gaspillage d'eau, à ne pas conditionner ou compromettre le déroulement technique ou économique de la prestation du service.

Sans un financement à long terme viable et recouvrable par l'investisseur, qu'il soit public, privé ou mixte, les bonnes intentions pour garantir le droit à l'accès à l'eau ne serviront à rien.

► L'impératif de l'efficacité intégrale

Dans un monde où l'on reconnaît de plus en plus la condition globale de nombreux procédés et phénomènes, la gestion d'une ressource comme l'eau, sa mise à disposition et son usage pour les habitants des villes doivent être traités par le biais d'approches intégrales. La gestion de l'eau en vue de son usage domestique est un exercice d'altération du cycle naturel qui permet le développement et apporte d'énormes avantages à la société mais qui implique aussi des impacts importants sur le milieu naturel, exigeant l'usage de quantités d'énergie chaque fois plus grandes pour satisfaire la concentration de la population dans les villes sans compter l'augmentation des exigences de qualité, fiabilité et continuité des services urbains. Les solutions pour faire face à de tels besoins doivent être efficaces en termes économiques, environnementaux et sociaux et leur réalisation n'est possible que si les analyses des différents systèmes d'approvisionnement et d'assainissement considèrent de manière globale tous les facteurs qui les conditionnent de manière significative et déterminent leur continuité de manière durable.

La planification et la gestion des services urbains de l'eau doivent être abordés par une approche intégrale de leurs implications environnementales, énergétiques, économiques et sociales et du point de vue de l'efficacité globale et durable.

2. LES SOLUTIONS

Les solutions ont été proposées en fonction de l'analyse des défis identifiés et de l'opportunité que représente le fait de les relever.

► La disponibilité des ressources et le changement climatique

Il convient de souligner dans tous les cas que l'eau destinée à l'approvisionnement urbain représente à peine 15 % de la consommation totale d'eau dans la plupart des pays de la terre ; par conséquent, si on analyse les problèmes relatifs au manque de ressources ou aux impacts environnementaux dérivés de son extraction, seule cette part de responsabilité peut être attribuée à l'eau des villes. C'est pourquoi la solution aux problèmes de manque de ressources pour l'approvisionnement urbain doit être cherchée très souvent en dehors du propre approvisionnement.

La garantie de la disponibilité des ressources dans de bonnes conditions doit commencer par la protection des sources existantes face à la pollution et à la détérioration qui découle de son mauvais usage. L'utilisation en cascade de ces dernières selon les exigences de chaque usage en termes de qualité de l'eau et de coûts énergétiques d'opération est un principe qui conduit vers des solutions plus efficaces dans chaque cas.

La distribution des ressources disponibles pour chaque contexte et scénario considéré doit conjuguer les exigences environnementales (en tant que voie de durabilité et d'utilisation postérieure) et les exigences de priorité et d'importance pour chaque territoire et chaque société, les usages essentiels d'approvisionnement et d'assainissement urbains prédominant suivis de ceux qui conditionnent l'activité économique d'un territoire qui se concentre généralement aussi dans les zones urbaines et périurbaines. Les situations de contingence ou d'insuffisance dues à la pénurie ou aux sécheresses mettront en relief les priorités d'usage et le potentiel des échanges et des transferts de droits d'usage entre les secteurs urbains et agricoles aussi

bien dans les conditions conjoncturelles que dans des cadres stables de réassignation de ressources.

L'efficacité dans l'usage de la ressource doit être un indicateur essentiel pour évaluer les options de réassignation des ressources et des disponibilités globales sans oublier la recherche d'options d'amélioration dont la conséquence ne sera pas forcément immédiate ni bon marché.

Le changement climatique peut modifier les conditions de disponibilité de ressources, fait qu'il faudra prendre en compte lors de la planification de l'évolution des systèmes urbains, en renforçant les principes d'évaluation et de gestion des risques d'insuffisance et en améliorant les procédés d'adaptation face à d'éventuels scénarios qui n'ont pas pu être prévus et qu'il faudra affronter.

Les pertes d'eau dans les systèmes d'approvisionnement urbain et d'irrigation peuvent représenter un volume potentiel important de récupération de ressources qui en termes relatifs équivalents se traduiront par des apports plus importants dans le cas des systèmes d'irrigation. Cependant, il est essentiel de ne pas confondre les pertes d'eau réelles dans les infrastructures avec les pertes apparentes dues aux équipements, à des procédés de contrôle et de mesure inadéquats ou à des fraudes ignorées. Ainsi, une fois les pertes réelles évaluées avec précision, il faut s'assurer du fait que leur réduction est bien viable du point de vue économique et environnemental dans les contextes et les scénarios considérés et par rapport aux autres alternatives possibles. S'agissant de volumes d'eau significatifs, comme dans le cas des initiatives d'amélioration des irrigations, il est important de vérifier également l'absence d'impacts environnementaux qui rendraient leur implantation inappropriée.

Toutes les ressources traditionnelles et alternatives représentant de précieux outils pour garantir le droit à l'accès à l'eau et sa disponibilité en quantité suffisante, les nouvelles ressources alternatives, le dessalement et la régénération d'eaux sont de bonnes voies de protection de la ressource naturelle traditionnelle. Leur futur dépendra de leur viabilité énergétique, avec leurs implications environnementales, de l'augmentation des coûts totaux et de leur acceptation sociale. L'eau résiduelle est un composant du bilan hydrique qui augmente avec l'urbanisation et la croissance économique. La réutilisation et le dessalement permettent de disposer d'une ressource avec moins d'incertitude, située sur le propre territoire et sans limitations dues à des concurrences politiques nationales ou internationales.

L'amélioration de l'efficacité de tous les systèmes hydriques doit être une alternative préalable à considérer lors de l'évaluation de la mobilisation des ressources. Néanmoins, toute autre option qui répond aux conditions de durabilité doit être également retenue. Les ressources alternatives impliquent des changements des paradigmes d'utilisation de l'eau et de l'énergie et elles doivent être prises en compte même s'il faut travailler à leur assimilation sociale.

► **L'augmentation démographique et la concentration dans les villes**

La meilleure option pour réduire les migrations des zones rurales vers les zones urbaines et de l'intérieur vers les zones côtières est de développer des possibilités de futur et d'opportunités dans les zones d'immigration, y compris l'accès à l'eau.

Les autorités de l'eau doivent travailler avec les dirigeants urbanistiques et les responsables des modèles territoriaux pour intégrer les notions de développement et de durabilité.

Tout d'abord, il convient de garantir la viabilité environnementale de l'alimentation en eau et son assainissement puis promouvoir une urbanisation habitable et durable.

► **La gouvernabilité de l'eau et les cadres institutionnels**

Garantir le droit à l'eau et à l'assainissement relève de la responsabilité des dirigeants politiques et des gouvernements. Ils doivent planifier la politique de l'eau à long terme et avancer vers un discours rationnel et responsable, capable de conjuguer les attentes de solutions immédiates souhaitées par les citoyens et les institutions et l'obligation des approches stratégiques à long terme imposée par la réalité d'un monde global.

Compte tenu du fait que l'eau est et sera une matière politisée, les spécialistes de l'eau doivent former et informer convenablement les hommes politiques sur les défis actuels et futurs de l'eau afin de les doter des compétences nécessaires à la prise de décisions.

L'eau est une ressource commune et en tant que telle une question d'état.

Les défis, les conditions d'environnement, le coût, le prix et en général tous les changements doivent être compris et acceptés par la population et les responsables politiques. Ils doivent utiliser des mécanismes utiles et efficaces pour améliorer la participation citoyenne. Aucun changement ne sera durable s'il n'est pas partagé par la société. Lorsque le changement est nécessaire, la société est à même de l'accepter si elle a été bien informée et impliquée dans les décisions.

Tous les usagers, les intéressés et le public en général doivent participer au dialogue pour la prise de décisions : associations de consommateurs, associations industrielles, agricoles, civiles et poli-

tiques. Laisser les différentes parties s'exprimer et apporter ce qu'elles jugent opportun est la base de la compréhension des décisions à prendre. Il est donc important de soigner la véracité des informations, de prévenir la démagogie et d'éviter le blocage systématique de la prise de décisions nécessaires.

La participation publique est un facteur clef dans la politique de l'eau.

Bien que les responsabilités des services d'approvisionnement et d'assainissement relèvent de la compétence locale dans de nombreux pays, les autorités nationales ou régionales doivent maintenir leur responsabilité lors de la promotion du cadre légale, technique et financier qui garantit la prestation correcte et efficace des services. Dans ces cas de figure, les autorités centrales doivent doter les services locaux de tous les mécanismes nécessaires pour fournir au citoyen un service sûr et efficace.

Bien que la responsabilité de la prestation des services d'approvisionnement et d'assainissement soit municipale, les "unités de gestion" ne doivent pas toujours correspondre à ce domaine. La dispersion des captages, la configuration orographique et topologique des noyaux habités à alimenter ou la petite dimension des unités de gestion recommandent et obligent parfois à ce que les unités de gestion soient supramunicipales, comme les entreprises sanitaires régionales, les consortiums ou les unités optimales de gestion en Italie. La création d'acteurs supranationaux est une solution de plus en plus appliquée pour améliorer la gouvernabilité et l'efficacité.

La décentralisation des compétences ne doit pas signifier l'abandon de la coordination globale tant au niveau de l'état que dans le domaine du gouvernement naturel

de l'eau qui représente, pour ce qui est de la planification et de la gestion des ressources de l'eau, le bassin hydrographique.

Les autorités politiques, les organismes financiers et les opérateurs ont des responsabilités et des rôles différents dans la gestion de l'eau. Tous les opérateurs, qu'ils soient publics ou privés, ont besoin d'objectifs clairs et d'un système de contrôle et de suivi de leurs activités juste, selon des règles et des conditions de prestation des services connus de tous. Les contrats qui réglementent la prestation du service sont toujours bénéfiques pour les usagers, les autorités et les opérateurs.

Une régulation transparente, juste, stable et adéquate est un facteur clef pour garantir le succès de toute modalité de gestion. Les régulateurs auront différentes fonctions dans chaque pays mais leurs missions seront claires et indépendantes du pouvoir politique.

Il faut déterminer clairement et respecter le rôle de chaque acteur impliqué dans la gestion de l'eau et les services d'approvisionnement et d'assainissement.

Le besoin réel de l'utilisateur est de disposer d'un service de qualité à un prix juste et les mécanismes pour satisfaire les besoins des usagers sont identiques quel que soit le type de gestion. Par conséquent, le débat principal ne doit pas être axé sur le modèle de gestion de type public, privé ou mixte mais sur la garantie de la prestation de niveaux de service adéquats à chaque contexte social et économique en termes durables et la dotation de garanties efficaces pour la transparence et le contrôle de la gestion.

Les autorités doivent définir tout d'abord les objectifs à atteindre et les délais pour les réaliser. Ensuite, il faut choisir les moyens et la bonne ges-

tion (publique, privée ou mixte) en fonction des circonstances locales. L'organisation doit évoluer en fonction de la propre évolution de la réalité locale.

Les nouvelles cultures de l'eau vont être des cultures qui seront propices à une plus grande co-responsabilité des agents impliqués dans le secteur de l'eau.

Ce qui prévaut n'est pas le modèle public, privé ou mixte choisi pour la gestion mais une prestation de service de qualité et un prix raisonnable.

► Le financement des services de l'eau

Les réalités locales sont différentes selon leurs facteurs géographiques, le développement géographique de la société et le cadre légal et politique. Par conséquent, les solutions à appliquer seront variables et il faudra adapter les solutions techniques ou les modèles de gestion à chaque circonstance.

Un objectif clef pour l'ensemble des services de l'eau et d'assainissement est de conjuguer l'efficacité et le coût. Ce principe bénéficiera l'utilisateur et les investisseurs qu'ils soient publics ou privés.

Rien ne sert d'implanter des services que les usagers ne peuvent pas payer. Il faut adapter les prix des services aux circonstances spécifiques de chaque endroit.

Le coût des services de l'eau et d'assainissement doit être entièrement couvert, ce qui est compatible avec la solidarité au moyen de différents tarifs en fonction de la réalité sociale ou au moyen d'aides publiques. En général, il faut viser la couverture des coûts même si la prudence est de mise dans

les pays en voie de développement puisque que la couverture totale des coûts peut être à double tranchant en tant qu'objectif immédiat. Le cadre tarifaire dans lequel se développent les principes de couverture complète des coûts et la solidarité relève de la responsabilité des autorités. Grâce à une couverture durable des coûts :

- Chaque usager pourra payer un prix qui sera raisonnable et selon ses possibilités.
- L'ensemble des usagers paiera pour le service, y compris les usagers publics. La gratuité du service rejoint le principe du gaspillage.
- Il y a lieu d'éviter, dans la mesure du possible, les aides croisées et s'il faut venir en aide aux plus défavorisés, l'action doit être directe.
- Il y aura une planification financière des services à long terme puisque c'est la seule manière d'assurer des investissements et de les conjuguer avec la couverture des coûts et la solidarité. Les subventions doivent être une possibilité de prendre en charge les coûts de construction, d'infrastructures hydrauliques et non les coûts de maintenance, d'exploitation, de renouvellement et autres frais environnementaux, à condition que cela soit possible avec les couches les plus défavorisées.
- Tous les usagers, urbains, industriels et agricoles doivent assumer leur part de responsabilité.

Les modèles commerciaux des services de l'eau ont besoin d'être redéfinis:

La réduction croissante des disponibilités et des consommations dans de nombreux domaines locaux, conséquence du changement global et des nouvelles politiques de gestion de la demande, conditionnent les résultats économiques des opérateurs des services étant donné que ces derniers dépendent en grande mesure des volumes pris en charge.

L'opération des services de l'eau a été élargie à des domaines et des responsabilités qui n'avaient

jamais été envisagés auparavant : gestion, traitement des tempêtes ou prévention des crues. Ces nouvelles responsabilités ne font qu'accroître les coûts et elles doivent être ajoutées aux équations qui régissent les services du point de vue économique. D'autre part, les nouveaux défis exigent de plus grands efforts en R&D dont les coûts doivent être à leur tour considérés comme coûts du service.

Il est nécessaire d'organiser une couverture des coûts complète et durable.

► L'impératif de l'efficacité intégrale

L'efficacité dans la gestion des ressources, les infrastructures et les services de l'eau doit impliquer tous les procédés de prise de décisions, de la planification stratégique à l'exploitation des systèmes normale et occasionnelle. En fait, les modèles de gestion qui regroupent l'ensemble du cycle du service (approvisionnement, assainissement et réutilisation) dans une seule unité de gestion sont généralement très efficaces.

L'efficacité doit être évaluée et visée au sens le plus large, avec tous les facteurs environnementaux, sociaux et économiques des différents agents qui interviennent dans les différents procédés de gestion de l'eau en milieu urbain. L'énergie a consolidé sa présence dans les solutions pour les nouveaux défis de la gestion de l'eau, des conditions légales de qualité pour les différents usages à l'intégration de ressources alternatives comme le dessalement, y compris la protection des masses d'eau qui reçoivent des déversements au moyen de procédés plus intensifs d'épuration d'eaux résiduelles. Toute solution nouvelle devra être proposée avec une analyse intégrale de son efficacité et de ses besoins en énergie en vue de son implantation et de sa mise en marche.

Les évaluations globales des systèmes et leurs différentes options basées sur des calculs d'empreintes hydrologiques et écologiques ou sur des paramètres comme l'eau virtuelle requise dans chaque cas sont des mécanismes qui permettent de mener à bien une analyse intégrale.

La garantie de l'offre est un engagement du gestionnaire, ce qui exige une régulation, des modèles de prévision et de gestion efficaces et des outils pour lancer des actions concrètes. Outre les ressources, il faut également disposer d'infrastructures pour une meilleure garantie, ce qui implique des systèmes maillés, des adductions redondantes ou la diversification des approvisionnements. La garantie de quantité, de qualité et des facteurs adéquats de continuité et de bon service est l'essence des services urbains d'eau et ceci n'est possible qu'avec des pratiques efficaces et intégrales.

Le benchmarking est un outil puissant pour encourager l'efficacité mais il y a lieu d'être prudent lors de la réalisation de comparaison, garantissant leur bien-fondé et expliquant les différentes circonstances et contextes qui peuvent se présenter dans chaque cas de figure et dans chaque système.

La technologie qui permet d'apporter la plupart des solutions face aux défis et aux problèmes posés doit être également au service de la préservation de l'environnement et de la lutte contre le changement climatique.

La R&D est devenue l'espoir futur. La recherche n'est plus une simple option mais un devoir indispensable des autorités publiques et des agents privés ; il faut augmenter définitivement les budgets qui sont destinés à de telles fins et à l'obtention de résultats applicables et efficaces.

Conclusions

Un principe indispensable est que “le droit à l'eau et l'assainissement est essentiel pour garantir le droit primordial à la vie”.

► Les ressources accessibles disponibles se réduisent en raison de l'augmentation des pressions qui y sont exercées et de l'incidence du changement climatique.

L'amélioration de l'efficacité dans l'ensemble des systèmes hydriques doit être une alternative préalable à prendre en compte lors de l'évaluation de la mobilisation des ressources ; néanmoins, il ne faut pas pour autant exclure les autres options qui répondent aux conditions de durabilité. Les ressources alternatives impliquent des changements dans les paradigmes de l'usage de l'eau et de l'énergie et elles doivent être considérées comme telles même s'il faut promouvoir leur acceptation sociale.

► L'urbanisation croissante du territoire et l'augmentation de la population dans les villes compliquent chaque fois plus la conjonction de l'offre et de la demande et ils concentrent les impacts sur les masses d'eau.

Il convient en premier lieu d'assurer la viabilité environnementale de l'approvisionnement en eau et son assainissement puis de promouvoir une urbanisation habitable et durable.

► Les carences et les difficultés réglementaires, institutionnelles et techniques pour la direction de l'eau ne facilitent pas la manière de répondre efficacement aux attentes des citoyens quant à

ce service. Néanmoins, de nombreux exemples témoignent du bon fonctionnement de ces services.

L'eau est une ressource commune et comme telle une question d'état.

La participation publique est un facteur clef dans la politique de l'eau.

La décentralisation des compétences ne doit pas se traduire par l'abandon de la coordination globale tant au niveau de l'état que dans le domaine du gouvernement naturel de l'eau qui correspond, quant à la planification et à la gestion des ressources de l'eau, au bassin hydrographique.

Il est nécessaire de déterminer et de respecter le rôle de chaque acteur impliqué dans la gestion de l'eau et dans les services d'approvisionnement et d'assainissement.

Ce qui prévaut n'est pas le modèle public, privé ou mixte choisi pour la gestion mais une prestation de services de qualité à un prix raisonnable.

► Sans un financement à long terme viable et recouvrable par l'investisseur, qu'il soit public, privé ou mixte, les bonnes intentions pour garantir le droit à l'accès à l'eau ne serviront à rien.

Rien ne sert d'implanter des services que les usagers ne peuvent pas payer. Il faut adapter les prix des services aux circonstances spécifiques de chaque endroit.

L'EXPÉRIENCE DU PORTUGAL EN MATIÈRE DE RÉGULATION DES SERVICES D'EAU

Jaime Melo Baptista

RÉSUMÉ:

Cet exposé offre un aperçu des principes directeurs de l'organe régulateur des services d'eau portugais, l'IRAR, et de son vécu au cours des cinq dernières années. Il décrit également le résultat d'un projet mené à bien en collaboration avec le LNEC (Laboratoire national de génie civil), destiné à définir des indicateurs de performance dans le cadre d'une étude comparative des différents opérateurs. Trois groupes d'indicateurs de performance ont été définis, relatifs à : 1) la sauvegarde des intérêts des consommateurs ; 2) la viabilité de l'opérateur ; et 3) la durabilité environnementale. Vingt indicateurs de performance ont été établis pour les services d'approvisionnement en eau et d'assainissement. Ces indicateurs constituent pour l'IRAR un outil indispensable à la garantie de la qualité de la régulation du service, pierre angulaire de leur modèle régulateur. La qualité de la

régulation du service oriente la performance des opérateurs quant à la qualité du service fourni aux consommateurs et ne peut pas être dissociée de la régulation économique. Compte tenu de l'accent mis actuellement sur la qualité du service fourni aux consommateurs, le renforcement de la régulation est aujourd'hui absolument crucial. L'IRAR espère avoir un effet de levier pour faire passer le Portugal de la phase actuelle d'investissement dans de nouvelles infrastructures dans laquelle il se trouve à un cadre de stabilité et de qualité accrue en termes de fourniture de service.

MOTS CLÉS:

Réglementation, indicateurs de performance, étude comparative, approvisionnement en eau, eaux usées.

LA RÉGULATION ET LA PRIVATISATION DE LA PRESTATION DES SERVICES D'EAU POTABLE, DES ÉGOUTS ET DU TRAITEMENT DES EAUX USÉES: LE CHILI, UN EXEMPLE DE RÉUSSITE

Magaly Espinosa Sarria et José Rodriguez Sandoval

RÉSUMÉ:

L'exposé décrit le développement du secteur des services d'eau potable, des égouts et du traitement des eaux usées lors des dernières décennies, en comparant les résultats obtenus dans la réalisation et la qualité des services et en déterminant les facteurs décisifs qui permettent de démontrer le succès de cette expérience.

Depuis le début du procédé de privatisation des entreprises sanitaires, deux décennies se sont écoulées et les résultats opérationnels et financiers atteints par le secteur ont placé le Chili parmi les pays qui ont réussi le transfert de la propriété et des droits d'exploitation des entreprises d'eau potable vers le secteur privé.

La conception d'un mécanisme d'aide direct axé sur les consommateurs a donc été nécessaire afin de garantir aux familles les plus défavorisées l'accès à une consommation de base d'eau potable et à l'assainissement.

Ainsi, sur l'initiative du gouvernement d'Eduardo Frei, un modèle d'intégration des capitaux privés a été mis en place, basé sur la vente d'actions des principales entreprises nationales du pays. Pour ce faire, il a fallu réaliser une série

de modifications du cadre législatif en vigueur en 1998, en vue d'éviter la concentration de la propriété, de réguler les conflits d'intérêt et la manipulation des informations, de consolider les normes fiscales dans le secteur et d'améliorer la précision, la clarté et la transparence des méthodes et des procédures dans l'établissement des tarifs.

Une deuxième étape de participation privée a été encouragée par le gouvernement de Ricardo Lagos qui a mis cette fois-ci sur le transfert des droits d'exploitation des concessions sanitaires.

L'exposé présente enfin le rôle de la Superintendance des Services sanitaires : cet organisme de régulation et de fiscalisation du modèle de gestion adopté par le pays constitue le pilier qui a contribué au succès du modèle appliqué et aux résultats obtenus ; ce dernier intervient dans la fixation des tarifs, l'attribution des zones de concessions, la fiscalisation et le contrôle des opérateurs privés.

MOTS CLÉS:

Cadre régulateur, privatisation des services d'eau potable, égouts et traitement des eaux usées, superintendance des services sanitaires, résultats positifs.

THE PERCEPTION OF THE SYSTEM SUPPLY MANAGERS, THE AQUA PUBLICA EUROPEA POINT OF VIEW

Anne Le Strat

RÉSUMÉ:

Worldwide, 90% of drinking water distribution is covered by public management. In order to undo the preconceived idea that disassociates performance from public management, European public operators have decided to unite their efforts in order to promote public management at a global level and to constantly improve water services whilst respecting sustainable development priorities. That is why they decided to create the Aqua Publica Europea network. Responsible management, that is effective while truly respecting and protecting hydraulic resources, needs a long-term vision that covers water heritage, a concerted vision of the different uses of water (agriculture,

industry...) and a democratic control characterised by active participation of the citizens and a reinforced role of the users in its governance.

The European water companies and public authorities are aware of these challenges and wish to become actively involved in a global water policy primarily based on access to drinking water for all. It is time to fully embrace the responsibilities concerning water management as a public good.

MOTS CLÉS:

Public management, performance and transparency, universal access to water, public-public partnerships, Aqua Publica Europea.

LES EXPECTATIVES DES CITOYENS EN MATIÈRE D'EAU URBAINE

Belén Ramos Alcalde

RÉSUMÉ:

La société fait preuve d'une certaine inquiétude envers le problème l'eau, si l'on en croit les réclamations, plus de 1300, qui ont été déposées auprès du service d'accueil de l'OCU en 2007 ; l'organisation a également reçu plus de 200 plaintes trois mois à peine après la mise en place de la section spéciale de notre site www.ocu.org (rapport Les consommateurs et l'eau)

La qualité, les défaillances d'approvisionnement, les tarifs, le manque de prévention face aux situations d'urgence et le manque d'information sont autant de questions qui nous inquiètent.

Si nous souhaitons obtenir une bonne gestion de nos ressources hydriques, la politique de l'eau devra être articulée autour d'une figure de coordination qui établira les lignes harmonisées à suivre et qui veillera à leur bonne application ou implantation sur l'ensemble du territoire national. Mais nous devons éviter avant tout de soumettre la gestion de l'eau de nos villes à des stratégies temporaires qui sont renouvelées à chaque mandat politique.

L'EFFICACITÉ ET LES BONNES PRATIQUES À SANTIAGO

Felipe Larrain Aspillaga

RÉSUMÉ:

L'exposé présente l'expérience réussie dans la prestation des services d'eau potable, d'égouts et de traitement des eaux usées dont les habitants de Santiago ont pu bénéficier.

Aguas Andinas S.A. est la principale entreprise du secteur de l'eau potable et de l'assainissement du Chili, fournissant ses services à presque 6 millions d'habitants. La compagnie de contrôle AGBAR est leader dans le secteur de l'eau, forte de son engagement déterminé et de son savoir-faire dans l'approvisionnement en eau potable et le traitement des eaux usées dans le monde.

Les résultats obtenus pendant la gestion d'AGBAR au sein de la compagnie ont été significatifs. Le niveau opérationnel a été marqué par l'implantation du centre de contrôle d'exploitation, l'intégration de la technologie de pointe et l'amélioration des procédés ; le domaine de la clientèle a fait l'objet quant à lui de l'amélioration de la qualité du service et le service financier a enregistré une augmentation de la valeur de l'entreprise.

Cependant, il ne faut pas oublier non plus l'engagement d'Aguas Andinas qui a mené à bien le plus grand projet de l'histoire du secteur de l'eau au Chili : l'obtention de l'épuration à 100 % pour la population du Gran Santiago d'ici à 10 ans : un investissement de 600 millions d'euros, la construction et la mise en marche de 16 usines de traitement des eaux usées. En seulement trois ans, Aguas Andinas a fait passer le taux d'épuration des eaux usées de 3 à 70 % avec des standards internationaux.

Ces réussites sont dues principalement à la stabilité et à l'organisation complète du cadre régulateur du secteur de l'eau du Chili et à l'expérience mondiale d'AGBAR.

MOTS CLÉS:

Aguas Andinas, bonnes pratiques, efficacité, assainissement, approvisionnement en eau potable.

L'INNOVATION DANS LA GESTION DES CLIENTS

Mariano Blanco Orozco

RÉSUMÉ:

“L' Innovation dans la gestion des clients”, dans les entreprises du secteur est étroitement liée à la notion de “Gestion approfondie des clients” qui met en relief le besoin de connaissance du client et du marché pour garantir l'offre postérieure d'un meilleur service et satisfaire leurs besoins, tout en insistant sur le besoin d'innover à chaque étape de la prestation du service.

Le présent exposé révèle l'importance des innovations dans les procédés de gestion, sans perdre de vue le fait que chaque action et opération que nous menons à bien doivent viser un bénéfice équilibré à long terme dans nos affaires, du point de vue économique, social et environnemental.

Une notion analysée s'appelle “l'orientation stratégique vers le client”, étant l'implantation d'une culture et d'un savoir-faire qui s'étend à tous les départements et tout le personnel de

l'entreprise et qui se traduit par une image solide face au client et par une homogénéisation des procédures qui entraîne à son tour une augmentation du “Niveau des services offerts”. Pour parvenir à cette situation, il faut réaliser d'importants investissements en ressources économiques et humaines, essentiellement sur le terrain de la formation et des systèmes visant à développer les compétences du personnel dans les différents procédés de la prestation du service.

MOTS CLÉS:

Innovation, orientation stratégique vers le client, attentes, perception, voies alternatives, gestion approfondie des clients, différenciation, segmentation, industrialisation de la connaissance, niveau de services, innovations croissantes, amélioration continue.

LA PARTICIPATION DES ASSOCIATIONS DE CONSOMMATEURS DANS LA GESTION DES SERVICES URBAINS DE L'EAU

María Huelin Franquelo

RÉSUMÉ:

La conflictualité d'une ressource comme l'eau unie à l'opacité de sa gestion rend nécessaire une profonde transformation de la conception, la planification et la gestion de ses stratégies politiques, étant essentiel pour ce faire de disposer d'une participation citoyenne et notamment des associations de consommateurs.

Notre législation a été pionnière en la matière et la Loi relative à l'eau de 1985 qui a été abolie prévoyait la participation de la société dans cette gestion bien que se limitant presque exclusivement aux exploitants de la ressource, aux acteurs de l'irrigation, aux entreprises hydroélectriques et d'approvisionnement alors que les organisations de défense de l'environnement ou les consommateurs ont eu d'énormes difficultés à accéder à la gestion de l'approvisionnement urbain. Ce travail analyse le rôle des associations de consommateurs

dans l'approvisionnement urbain, le cadre physique, social et légal qui est en vigueur en Espagne, en insistant notamment sur la sphère locale. L'exposé s'arrête alors sur la position de ce collectif dans ce contexte, en décrivant ses objectifs, ses obstacles et ses atouts. Les conclusions de ce document démontreront une fois de plus que la seule manière d'obtenir une gestion de l'approvisionnement urbain en eau transparente et accessible à la population passe par l'implication des associations de consommateurs.

MOTS CLÉS:

Participation sociale, associations de consommateurs, prises de décisions partagées, prise de conscience, transparence.

ENQUÊTE DE PERCEPTION ET AMÉLIORATION DE LA SATISFACTION DES CONSOMMATEURS À PARIS

Bruno Nguyen

RÉSUMÉ:

L'approvisionnement de la population en eau potable est défini en termes de qualité et de quantité pouvant varier d'une région du globe à l'autre. Ce sont les normes et les contraintes locales établies par les autorités pertinentes qui sont normalement prises en considération.

Toutefois, bien que ces normes déterminent le niveau de service minimum exigé aux services d'eau, la satisfaction des consommateurs à l'égard de ce service ne se base pas forcément sur ces considérations légales.

Tandis que le lien entre les services d'eau, les organes régulateurs et les élus locaux est souvent bien établi, il n'en existe pas de formel entre les services d'eau et la population (souvent désignée sous le nom de clients, consommateurs, usagers, citoyens ou tiers).

Quelques-unes des meilleures pratiques développées au cours de ces dernières décennies par les services d'eau mettent l'accent sur la recherche d'une satisfaction accrue de la population à l'égard du service et des activités liées et sur l'identification des besoins. Aussi, le traitement des réclamations, l'information, l'éducation, une plus grande sensibilisation aux questions de l'eau, le développement de nouveaux services et les tarifs sociaux, entre autres, sont autant de facteurs qui entrent en jeu.

Cet exposé décrit les dernières avancées d'EAU DE PARIS en la matière.

MOTS CLÉS:

Attentes des consommateurs, enquêtes, éducation, information.

REFORME DU SECTEUR HYDRAULIQUE URBAIN À BURKINA FASO: LE CAS D'ONEA

Harouna Ouibiga

RÉSUMÉ:

Le Burkina Faso est un pays situé en plein cœur de l'Afrique de l'Ouest. Il a une superficie de 274 000 km². Sa population est de 13 400 000 habitants répartie dans 302 communes rurales et 49 communes urbaines dont la capitale Ouagadougou qui a une population de 1 300 000 habitants. Le taux d'urbanisation est estimé à 25% avec 66 centres de plus de 10 000 habitants. Le seuil de pauvreté est de 83 000 FCFA/an/personne (123 euros) et touche 45% de la population.

Au plan des ressources en eau, le Burkina Faso se caractérise par une faible pluviométrie (300 mm au nord à 1000 mm au sud par an), des aquifères situés pour 80% du territoire sur le socle cristallin et qui sont peu productifs et une forte évaporation des eaux de surface.

L'accès à l'eau potable est estimé à 60% en milieu rural et 75% en milieu urbain en 2005. Quant à l'accès en assainissement il est estimé à 10% en milieu rural et 14% en 2005.

Le secteur de l'hydraulique urbaine est géré par l'Office national de l'eau potable et de l'assainissement (ONEA), créé en 1985 comme établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) et transformé en société d'Etat en 1994. L'ONEA gère à ce jour 42 centres répartis sur tout le territoire national.

Pour maintenir le cap, l'ONEA s'appuie sur trois leviers :

- le développement du management de l'entreprise à travers la formalisation du plan stratégique 2004-2008, la mise en place d'un système

de management de la qualité : démarche ISO 9001 2000, la révision du schéma directeur informatique et la mise en place d'un logiciel clientèle de nouvelle génération

- les audits :

- audit du contrat du contrat plan : engagements de l'ONEA et de l'Etat

- audit de l'intégrité du modèle financier et recommandations sur les tarifs et la maîtrise des charges

- audit des comptes par un auditeur financier international

- l'amélioration de la couverture en eau potable des centres urbains en jouant un rôle moteur dans une dynamique de partenariat avec les autres acteurs et dans le cadre de la décentralisation en cours au Burkina Faso.

La réforme du secteur de l'hydraulique urbaine au Burkina Faso a permis d'atteindre des résultats appréciables en termes d'amélioration de l'accès à l'eau potable et à l'assainissement en milieu urbain et en termes d'équilibre financier du secteur. L'originalité de cette réforme réside dans le fait qu'elle est restée dans le cadre public et a bénéficié de l'implication par contrat de service de l'intervention d'un professionnel pour les fonctions clientèle et financière.

Les résultats montrent qu'une société publique peut être performante si la volonté politique et le leadership sont réunis comme c'est le cas pour l'ONEA.

Les défis à relever sont encore nombreux mais le capital d'expérience accumulée constitue une bonne base pour aller de l'avant.

LE SECTEUR DE L'EAU AU SÉNÉGAL ET LES OBJECTIFS DU MILLÉNAIRE

Mouhamed Fadel Ndaw

RÉSUMÉ:

La présentation montre que la réussite des réformes initiées par le gouvernement sénégalais en milieu urbain (contrat d'affermage) et en milieu rural (réforme de la gestion des forages motorisés, REGEFOR) a contribué positivement à la définition, début 2005, d'une nouvelle politique sectorielle et d'un nouveau programme national d'investissements visant à remplir les Objectifs du Millénaire pour le développement (OMD) liés à l'approvisionnement en eau potable et à l'assainissement.

En 1996, la capitale, Dakar, (deux millions d'habitants) faisait face à un manque chronique d'eau, équivalent à 100 000 m³/jour, depuis plus de 10 ans déjà. À cette époque, l'approvisionnement en eau de la ville était principalement issu de la nappe phréatique, mais des problèmes de qualité se posaient du fait de l'intrusion saline.

L'amélioration de l'approvisionnement en eau par l'acheminement d'eau de surface en provenance du lac Guiers, situé à 240 km de la capitale, s'avérait très onéreuse. Les besoins immédiats en investissements étaient estimés à 100 millions de dollars US rien que pour augmenter la capacité de production de 25 % et faire venir l'eau à Dakar ; et ce chiffre n'englobait pas les coûts liés à la réhabilitation, à l'extension et au renforcement des réseaux de distribution d'eau.

C'est dans ce contexte que le gouvernement sénégalais a lancé, en 1996, le chantier de la réforme institutionnelle du secteur de l'eau urbaine et de l'assainissement, impliquant la participation d'une société privée chargée de la gestion du secteur de l'eau dans le cadre d'un contrat d'affermage et un programme d'investissement ambitieux de 450 millions de dollars US à travers deux projets : le Projet sectoriel Eau (PSE) et le Projet Eau à Long Terme (PELT). Douze ans plus tard, ce programme est aujourd'hui parfaitement en ligne avec la stratégie développée pour remplir les Objectifs du Millénaire pour le développement en milieu urbain.

En effet, en matière de couverture, les chiffres pour le secteur de Dakar indiquent que le pourcentage de population ayant accès aux services de l'eau

est passé de 80,3 % en 1995 à 98 % en 2004 (85 % via le raccordement direct de leur domicile et 13 % via une borne fontaine communautaire de quartier). Ces résultats ont été obtenus grâce au programme social de raccordement initié principalement dans le cadre du Projet sectoriel Eau.

Les projets de réforme et d'investissement qui l'accompagnaient constituent une étape importante vers la réalisation des Objectifs du Millénaire pour le développement. Dans le cadre du PELT, le gouvernement a lancé un nouveau programme appelé PEPAM (Programme d'eau potable et d'assainissement du Millénaire) qui couvrira les zones rurales et urbaines.

Pour le secteur urbain de l'eau, les objectifs sont de garantir la majeure partie de l'approvisionnement en eau de la région de Dakar d'ici à 2020 et d'atteindre un taux d'accès à l'eau potable de 100 % d'ici à 2015 dans tous les centres urbains, avec, à cette date-là, un raccordement au réseau d'approvisionnement pour 88 % des foyers de Dakar et 79 % des domiciles des centres urbains intérieurs, contre 75,7 % et 57,1 % respectivement en 2004.

En matière d'assainissement urbain, les taux d'accès escomptés en 2015 sont de 85 % à Dakar et 72 % dans les autres centres, contre 75,5 % et 57,1 % respectivement en 2004.

Pour que le Sénégal remplisse les OMD en milieu rural, 82 % des foyers ruraux devront avoir accès à l'eau potable en 2015, contre 64 % en 2004, et 59 % des habitations devront être dotées d'un système autonome d'évacuation des excréta et des eaux usées ménagères, contre 17 % en 2004.

Le coût total du programme est estimé à 515 milliards de F CFA sur 10 ans (soit environ un milliard de dollars US). Le programme, pour lequel 54 % des fonds nécessaires ont déjà été réunis, a permis de développer des outils, parmi lesquels des Plans locaux d'hydraulique et d'assainissement en milieu rural et un système de suivi-évaluation incluant un portail Internet et des bilans sectoriels annuels. Jusqu'ici, et grâce à l'approche du programme PEPAM, le Sénégal est l'un des cinq pays d'Afrique subsaharienne qui ont le plus de chances de remplir les OMD en matière d'eau et d'assainissement.

LE CONTRAT DE MANAGEMENT D'ALGER: LA CONSTRUCTION D'UN PARTENARIAT PUBLIC / PRIVÉ EXEMPLAIRE POUR L'ATTEINTE D'OBJECTIFS AMBITIEUX

Jean-Marc Jahn et Terra Messaoud

RÉSUMÉ:

Le contrat de management d'Alger, signé pour une durée de 5,5 ans entre SUEZ-Environnement et SEAAL (Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger), société de droit algérien, a pour objectif d'améliorer, sur un temps court, la qualité des services d'eau potable et d'assainissement pour les habitants de la Wilaya d'Alger.

Sa réussite nécessite un engagement fort des autorités et acteurs algériens de l'eau et un management coordonné des relations contractuelles pour identifier les objectifs à atteindre puis mesurer les progrès réalisés.

Des outils spécifiques ont donc été élaborés:

Un suivi détaillé du plan d'actions pour l'atteinte des objectifs techniques.

Une méthodologie de Transfert de Savoir Faire (WIKTI) issue des expériences internationales de SUEZ-Environnement.

Cette méthodologie structurante permet de quantifier et qualifier les besoins en compétences et d'optimiser les plans de formation du personnel de SEAAL.

Après deux ans de contrat, les résultats sont encourageants:

- Distribution de l'eau quotidienne ou 24h/24 à plus de 85% de la population

Qualité de l'eau conforme aux standards internationaux

- Amélioration de la qualité des eaux de baignade permettant la réouverture au public de 10 plages supplémentaires
- Développement des compétences : suivi en place, progression conforme à la feuille de route

Un contrat de management suppose, préalablement à son démarrage, une évaluation commune de la situation initiale et un accord sur des objectifs à atteindre.

Il est très exigeant en terme de transparence sur les moyens déployés et les résultats atteints.

Le succès d'un tel partenariat est lié à la mise en place d'un processus décisionnel partagé et d'une mobilisation volontariste et coordonnée des différents acteurs.

MOTS CLÉS:

Contrat de management, objectifs techniques et managériaux, partenariat, transfert de connaissances et de savoir-faire.

PROGRAMME DE DÉVELOPPEMENT HYDRIQUE DURABLE DU BASSIN DE LA VALLÉE DE MEXICO

José Luis Luege Tamargo

RÉSUMÉ:

Il existe, dans la vallée de Mexico qui est composée du District Fédéral (capitale de la république mexicaine) et des régions des états de Mexico et d'Hidalgo, un grave déséquilibre hydrique puisque la quantité d'eau extraite représente le double de l'eau de recharge des aquifères ; l'eau utilisée ne fait l'objet de presque aucun traitement, 1 litre d'eau sur trois du réseau de distribution est perdu par négligence des fuites et le risque d'une grave inondation d'eaux usagées menace.

Le rétablissement de l'équilibre hydrologique dans la région requiert la mise en oeuvre de diverses actions et stratégies pour éliminer la surexploitation des aquifères, le traitement de la totalité des eaux résiduelles et pluviales, la rénovation et l'adéquation de la maintenance du réseau de distribution et enfin la multiplication de la capacité de drainage.

Actuellement, la capacité d'évacuation des eaux résiduelles et pluviales hors du bassin est insuffisante et présente de sérieux problèmes. En 1975, alors que la zone métropolitaine comptait 10 millions d'habitants, la capacité d'évacuation atteignait les 280 m³/s ; actuellement, cette capacité n'est plus que de 165 m³/s, face à une population qui a presque doublé.

La demande de l'eau dans la zone métropolitaine a connu une croissance proportionnelle à celle de la population, la principale source d'approvisionnement étant l'eau souterraine, ce qui entraîne la surexploitation correspondante des couches aquifères. Ceci met non seulement en danger la principale source d'approvisionnement en eau mais génère aussi un des problèmes les plus graves du bassin : l'affaissement du sol qui représente en moyenne 10 centimètres par an et qui atteint 40 centimètres dans certaines régions pour la même période.

D'autre part, la région présente les indices de traitement des eaux résiduelles les plus bas du pays car seuls 6 % environ sont traités, ce qui empêche la réutilisation et génère, outre les problèmes de pollution, un grave déséquilibre hydrique dans le bassin.

MOTS CLÉS:

Vallée de Mexico, équilibre hydrologique et récupération du bassin, systèmes d'assainissement et traitement des eaux résiduelles, surexploitation des aquifères, capacité de drainage du bassin.

LA TRANSFORMATION DE LA PRESTATION DES SERVICES D'AQUEDUC ET DES ÉGOUTS À CARTAGENA DE INDIAS

Gustavo Robledo et John Montoya Cañas

RÉSUMÉ:

En juin 1995, l'entreprise Aguas de Cartagena où le District participe à la hauteur de 50 % a pris en charge la prestation des services d'aqueduc et d'égouts de la ville de Cartagena de Indias, avec la société AGUAS DE BARCELONA comme associé d'exploitation.

Au début des opérations, l'infrastructure et ses services connaissaient une forte crise, essuyant un déficit d'eau de 60.000 m³/jour et des fuites dans les réseaux atteignant 65 % ; ces derniers dataient effectivement de plus de 30 ans et 30 % était inutilisable. Les investissements étaient très réduits et les bénéfices ne couvraient pas les dépenses. La gestion commerciale était déficitaire, il y avait peu d'informations, des mesures et des contrôles réduits et les fonds recouvraient n'atteignaient que 45%.

En quelques années seulement, la quantité, la qualité et la continuité des services se sont améliorées, atteignant rapidement des standards élevés grâce à un cadre juridique adéquat, un grand soutien du District et d'Aguas de Barcelona, associé d'exploitation spécialisé et expérimenté qui a obtenu un transfert technologie très rapide.

Les prestations de l'aqueduc sont passées de 73.1 % à 99.9 %, avec une continuité à 100 % et celle des égouts de 60.6 % à 81.9 %, profitant à près de 500.000 usagers issus en grande partie des couches sociales les plus basses. Pour

atteindre de tels niveaux de couverture, le développement d'importants investissements a été nécessaire, élargissant la capacité de production de 165.000 m³ à 270.000 m³ et passant d'un réseau de distribution de 789 km à 1.528 km et de 541 km à un total de 978 Km quant aux égouts.

Les dispositifs de micromesure sont opérationnels à 99 %, offrant une lecture fiable à 100 %. Le temps d'attente pour l'accueil de l'utilisateur est passé de 45 à 12 minutes, le paiement des redevances a été élargi à l'ensemble du réseau bancaire, aux supermarchés et autres points, ce qui a permis d'assurer une efficacité de recouvrement de 95 %. D'autre part, le taux de fuites dans les réseaux a diminué de 65 % à 40 %.

De tels résultats ont été possibles grâce à la synergie du secteur public et privé, ce qui a permis de mener à bien un plan d'investissement de près de 240 millions de dollars, avec l'aval de la nation et le soutien du BID et de la Banque mondiale. L'entreprise a pris en charge 35 % des investissements par la voie tarifaire et le District a destiné sa capacité d'investissement par le biais des engagements acquis.

Après douze ans de gestion, nous pouvons affirmer que le modèle de Cartagena de Indias a été une véritable réussite.

L'USAGE DURABLE DE L'EAU DANS LA VILLE DE QUERÉTARO

Manuel M. Urquiza Estrada

RÉSUMÉ:

Lors de 25 dernières années, la zone métropolitaine de la ville de Querétaro (ZMCQ) a connu des problèmes croissants et complexes quant aux ressources hydrauliques nécessaires pour répondre à ses besoins présents et futurs : elle a besoin d'eau pour couvrir les demandes de l'agriculture, de l'industrie et de l'usage domestique, indispensables au maintien d'un bon développement économique de la région. Pour la ZMCQ qui compte 962.240 habitants en 2007, les défis existants autour du traitement de l'eau sont étroitement liés à l'augmentation croissante de la demande qui est due à son tour à l'accroissement de la population et au développement économique des dernières années. Un pourcentage élevé de l'eau qui est utilisé dans la zone métropolitaine de la ville de Querétaro provient de l'aquifère de la vallée de Querétaro ; ce dernier subit une surexploitation

de 60 % par rapport à sa capacité de recharge, avec une baisse moyenne de 3.5 m³/an, fruit de l'extraction de 110 millions de m³ par an. Une telle surexploitation menace l'aquifère, d'où la mise en place d'une série de mesures qui visent à stabiliser la baisse mentionnée, par la rationalisation de la consommation, la réutilisation des eaux traitées et par l'incorporation de volumes d'eaux superficielles et souterraines provenant de sources non conventionnelles. Conformément au programme d'approvisionnement et d'usage durable de l'eau potable dans la ZMCQ, les projets Acueducto II, Radar et Centre hydrométéorologique, Gestion nocturne des pressions et Fractionnements résidentiels durables ont été mis en place pour permettre à la commission d'état des eaux de Querétaro de rechercher la durabilité de l'usage de l'eau dans la zone métropolitaine de la ville de Querétaro.

LES TENDANCES ET LES EXPECTATIVES TECHNOLOGIQUES DANS LA GESTION DE L'EAU URBAINE

Fernando Rayón Martín et Icíar Ruiz Ruano

RÉSUMÉ:

Cet article fait un bilan des besoins actuels d'innovation dans le domaine de l'eau urbaine, en soulignant les différences qui apparaissent entre les pays développés et les pays en voie de développement. Il analyse également l'état de l'innovation dans ce domaine, en suivant la méthodologie des systèmes d'innovation sectorielle. Pour conclure, il présente un modèle d'innovation basé sur la collaboration et organisé autour d'un

opérateur mondial de l'eau des villes, pouvant servir d'exemple pour faciliter le développement et l'application de l'innovation dans les pays développés et les pays en voie de développement.

MOTS CLÉS:

Innovation, technologie, opération et Objectifs du Millénaire.

LES NOUVEAUX DÉFIS, LES NOUVELLES SOLUTIONS DANS LA PLANIFICATION DES SYSTÈMES D'APPROVISIONNEMENT URBAIN

Francisco Cubillo González

RÉSUMÉ:

La planification des systèmes d'approvisionnement a toujours été un exercice d'anticipation et d'adaptation des ressources disponibles aux objectifs fixés.

Actuellement, le schéma présente la même structure mais avec des différences notables dans les composants de base. L'élément le plus important est l'incertitude à affronter y compris pour les scénarios à court terme : incertitude quant à la vie utile des infrastructures, aux conditions météorologiques, aux demandes, aux facteurs environnementaux mais aussi quant à l'interaction

avec d'autres facteurs externes au service de l'approvisionnement en eau. Les niveaux de sécurité exigés par la société et marqués en termes de niveaux de service et de leurs risques correspondants d'inexécution correspondent à l'autre grand facteur émergent dans ce siècle qui représentent un changement essentiel des modèles de planification des infrastructures et des technologies d'exploitation même s'ils contribuent à une définition plus précise des objectifs à poursuivre. La conférence exposera les principaux éléments qui façonnent ce nouveau cadre pour la planification et proposera une méthodologie pour leur incorporation efficace lors de l'établissement des actions et des investissements nécessaires dans chaque cas de figure.

GESTION DE LA PRESSION DANS LES RÉSEAUX D'APPROVISIONNEMENT EN EAU.

LES MOYENS TECHNIQUES

Nir Naveh, Mike Wiltshire et Pedro Luis Sánchez Rodríguez

RÉSUMÉ:

La gestion de la pression est la base du contrôle efficace des fuites.

Dans de nombreux pays, il est largement reconnu, depuis une trentaine d'années au moins, que la pression a une incidence majeure sur le taux moyen de fuites relevé dans les réseaux de distribution. C'est la raison pour laquelle de plus en plus de pays et de services publics s'accordent à dire qu'une bonne gestion de la pression est un prérequis fondamental à la bonne gestion des infrastructures et des fuites.

Les preuves aujourd'hui disponibles et la fiabilité croissante des prédictions économiques et techniques sont telles que les services publics en quête d'optimisation ne peuvent plus désormais se permettre de ne pas examiner les possibilités offertes par la gestion de la pression dans leurs réseaux.

La gestion de la pression dans le cadre du contrôle des fuites peut être définie, au sens large, comme « la gestion des pressions dans le réseau de façon à obtenir des niveaux optimaux de service, avec la garantie d'un approvisionnement suffisant et efficace pour répondre à une utilisation et une consommation légitimes, tout en réduisant les pressions excessives ou inutiles, en éliminant les contrôles de niveau défaillants et transitoires, tous susceptibles d'entraîner inutilement des fuites au niveau du réseau de distribution ».

Dans de nombreux cas, la gestion de la pression permet de résoudre non seulement les conséquences des pertes réelles mais aussi leur cause, ce qui en fait l'un des outils les plus efficaces en matière de contrôle durable des pertes réelles.

Les programmes de gestion de la pression ont souvent des effets positifs en termes de réduction apparente des pertes et de récupération de revenus, notamment liés au vol et à la consommation non autorisée et non facturée. Lorsque les usagers utilisent des réservoirs de récupération d'eau de pluie situés sur les toits, la gestion de la pression améliore souvent la fermeture du clapet à bille, et améliore ainsi la précision des mesures en réduisant la durée des débits extrêmement faibles (le filet d'eau qui s'écoule à travers le clapet) que certains instruments ne parviennent pas à mesurer.

Cette présentation montre à quel point la mise en œuvre d'un système de contrôle de la pression est simple et combien ce système est efficace en matière de gestion des fuites.

MOTS CLÉS:

Economic, leakage, pressure-management, Pressure Control Valve (PCV).

PLAN DE RÉUTILISATION DE L'EAU DANS LA COMMUNAUTÉ DE MADRID

Adrián Martín López de las Huertas

RÉSUMÉ:

Le Canal Isabel II a lancé en 2005 un plan de réutilisation ambitieux dans la communauté de Madrid avec un investissement qui dépassera 200 millions d'euros et qui concernera plus de 30 stations d'épuration : les traitements tertiaires y seront construits pour la régénération d'une partie de leurs effluents. L'eau servira à arroser les parcs et à nettoyer les rues de plus de 50 municipalités sur les 179 qui composent la région. D'autre part, l'eau sera utilisée pour l'entretien des 29 terrains de golf et certaines industries pourront en bénéficier car le prix de l'eau régénérée sera inférieur à l'eau destinée à la consommation.

L'exposé décrit la situation actuelle du plan ainsi que les actions qui ont été menées à bien, la méthode de travail et les délais prévisibles pour atteindre un dernier objectif qui est d'injecter dans le marché quelques 40 hm³ annuels d'eau régénérée, ce qui contribuerait à diminuer l'augmentation de la consommation d'eau provenant de nos ressources rares et par conséquent à augmenter la garantie d'un approvisionnement de l'ampleur celui de la communauté de Madrid.

MOTS CLÉS:

Réutilisation, régénération, Communauté de Madrid, Arrosage des zones urbaines.

RECYCLAGE DES EAUX USÉES, UNE SOLUTION POUVANT CONTRIBUER À LA DURABILITÉ DE L'EAU

Nicolas Renard

RÉSUMÉ:

De nouvelles raretés appellent l'invention de nouvelles ressources. Les eaux usées, ces fameuses « eaux hostiles », sont maintenant jugées utiles. Les ressources alternatives offrent la possibilité de repenser la gestion de l'eau dans les régions où les ressources en eau se raréfient. Le recyclage des eaux est une solution éprouvée pour produire une eau destinée à un usage industriel, agricole et même domestique, et pour garantir une plus grande durabilité de cette ressource.

Dans ces régions, l'eau est une ressource bien trop précieuse pour n'être utilisée qu'une seule fois avant d'être retournée à la nature. Pour des raisons sanitaires, soin et professionnalisme accrus doivent être les maîtres mots de ce recyclage. Le recyclage des eaux usées est une stratégie gagnant-gagnant en ce sens qu'il permet d'augmenter l'approvisionnement en eau tout en diminuant la quantité de polluants déversés dans la nature.

3 exemples de recyclage des eaux usées sont décrits :

- Windhoek (Namibie) : récupération directe de l'eau pour un usage domestique ;
- Adélaïde (Australie) : recyclage des eaux usées et recharge des aquifères ;
- Honolulu, Hawaii : recyclage des eaux usées dans l'industrie.

Mais plusieurs défis restent à relever pour développer cette solution pleine d'avenir et assurer une plus grande durabilité de l'eau, à savoir : venir à bout de la répugnance psychologique que suggère la réutilisation des eaux usées recyclées, réduire la consommation d'énergie, vaincre la concurrence des ressources en eau conventionnelles bon marché.

MOTS CLÉS:

Eaux usées, recyclage, durabilité, ressources en eau, pénurie d'eau, prix de l'eau, auto-suffisance en eau, recharge des aquifères, technologie membranaire, consommation d'énergie.

LES SYSTÈMES URBAINS DE DRAINAGE DURABLE (SUDS)

Sara Perales Momparler

RÉSUMÉ:

Des institutions de certains pays développés du monde ont reconnu lors des dernières années les multiples bénéfices provenant de la gestion de l'eau de pluie, selon une perspective alternative, visant un développement durable et respectueux de l'environnement. C'est ainsi que sont apparus avec force les systèmes urbains de drainage durable (SUDS) dont l'objectif est de résoudre les problèmes de quantité et de qualité des ruissellements urbains, en minimisant les impacts de développement urbanistique et en améliorant l'intégration du paysage, des valeurs sociales et environnementales dans les actions programmées.

Cet exposé décrit les principales techniques de cette nouvelle forme de gestion plus efficace de

l'eau de pluie (une ressource naturelle non négligeable par ces temps de pénurie) et ses avantages par rapport aux systèmes traditionnels. De plus, une vision de l'ensemble du procédé d'implantation des SUDS dans le monde est offerte ainsi que les défis que représente l'impulsion d'un changement généralisé des tendances de la gestion hydrique. L'exposé présente enfin des actions concrètes qui ont été réalisées (ou qui sont en cours) au niveau de la recherche, de la planification et des projets de construction des SUDS en Espagne.

MOTS CLÉS:

Eau de pluie, pollution, ruissellement urbain, systèmes urbains de drainage durable (SUDS), Best Management Practices (BMPs).

LES ENJEUX LIÉS À LA SÉCURITÉ DES RÉSEAUX D'APPROVISIONNEMENT EN EAU

Ilan Juran

RÉSUMÉ:

La gestion de la sécurité des réseaux d'approvisionnement en eau couvre un vaste champ d'application et intéresse de plus en plus les services d'eau et les consommateurs en termes de qualité de service. De nombreux outils permettent aux services d'eau d'optimiser cette

gestion. Continuer d'adopter de meilleures pratiques constitue un bon moyen de se tourner résolument vers l'amélioration constante. Et la communauté internationale des services d'eau apparaît comme un cadre propice au partage fructueux d'enseignements pouvant servir à tous.

MEILLEURES PRATIQUES EN MATIÈRES DE SERVICE D'EAU À SHANGHAI PUDONG

Gustavo Miques

RÉSUMÉ:

Shanghai est la région à plus forte croissance économique de Chine et figure parmi les zones du globe en pleine expansion. Pudong New Area est un quartier d'affaires de Shanghai en plein essor qui nécessite de ce fait un approvisionnement accru en eau salubre et potable.

Veolia Water a signé en 2002 un partenariat d'une durée de 50 ans avec le groupe Chengtou, en charge des infrastructures de la municipalité de Shanghai, pour pouvoir faire face aux besoins de consommation croissants et pour assurer une qualité de services d'eau accrue, comparable à celle des plus grandes villes du monde.

Cette joint-venture à Pudong a marqué un tournant dans l'histoire de la gestion de l'eau de la Chine moderne. C'est la première fois qu'un opérateur étranger se voit confié la gestion partagée de l'ensemble des services d'eau potable.

Les résultats s'annoncent pour le moment prometteurs. Cette joint-venture détenue à 50/50 et un système de direction collégiale et de prise de décisions en collaboration ont permis à l'équipe de gestionnaires, regroupant les gestionnaires des deux sociétés, d'améliorer de façon significative le service d'eau fourni aux plus de 2,6 millions d'habitants de Pudong. La liste des accomplissements et des améliorations en termes de qualité de l'eau, de qualité du service, de gestion, de direction et d'emploi est impressionnante et correspond aux objectifs que se sont fixés Veolia Water et la municipalité de Shanghai.

MOTS CLÉS:

Partenariat public-privé sur une durée de 50 ans, premier contrat de concession de Veolia Water, gestion moderne des réseaux d'approvisionnement en eau potable, l'un des laboratoires de l'eau les plus compacts et sophistiqués de Chine, solutions aux questions de l'eau dans une ville en plein essor.

LES ACTIONS MENÉES À SARAGOSSE POUR UNE MEILLEURE GESTION DES SERVICES DU CYCLE DE L'EAU

José Ramón Entralgo Layunta

RÉSUMÉ:

L'exposé a pour objectif de présenter les initiatives qui ont été mises en marche à Saragosse pour obtenir une meilleure efficacité dans la gestion des services d'approvisionnement et d'assainissement et en particulier pour réduire la consommation d'eau.

Au début des années 80, la situation de ces services à Saragosse était loin d'être parfaite : absence d'épuration des eaux résiduelles, taux de consommation très élevés et peu contrôlés, fort déficit économique, etc.

Une première étape a été centrée sur la mise en place de l'épuration des eaux résiduelles, en mettant en marche les installations et les collecteurs nécessaires.

À partir de 2000, la priorité était de réduire la consommation d'eau, ce qui a donné lieu à

l'élaboration d'un plan d'amélioration de la gestion basé sur la modernisation des infrastructures et sur un contrôle rapproché des consommations. D'autres mesures diverses ont complété ce plan telles que des campagnes de sensibilisation, l'établissement d'un nouveau système tarifaire, l'élaboration d'un nouveau règlement, entre autres.

Grâce à de telles actions, la consommation d'eau a fortement diminué, les différents indicateurs associés (volume d'eau non contrôlé, nombre de fuites, consommation de réactifs, etc.) se sont améliorés, et ce dans une situation d'abondance d'eau qui renforce la valeur de l'expérience.

MOTS CLÉS:

Saragosse, plan amélioration gestion approvisionnement, réduction consommation d'eau.

L'INTÉGRATION DES GROUPES D'INTÉRÊT DANS L'ASSAINISSEMENT DES BASSINS, EXEMPLE DU FLEUVE BOGOTÁ – COLOMBIE

Jorge Enrique Pizano Callejas

RÉSUMÉ:

La reconnaissance des responsabilités, de la participation et des intérêts des différentes parties prenantes joue un rôle essentiel dans la construction collective et structurée en vue de la récupération environnementale et écologique des masses d'eau. En Amérique latine, à l'instar de nombreux pays en voie de développement, les masses d'eau ont subi une grave détérioration pour avoir été utilisées comme récepteurs des déversements d'eaux résiduelles des différentes municipalités. Cette situation a interpellé différents acteurs qui mènent à bien, de manière isolée, des actions visant l'amélioration des conditions environnementales dans leur domaine d'action, à savoir politique, légal, réglementaire, mais aussi au niveau des sanctions, de l'ingénierie, l'éducation, la participation citoyenne, la recherche et le financement.

L'intérêt de la récupération environnementale du fleuve Bogotá – Colombie qui a une importance stratégique au niveau régional et national et de par sa taille, il parcourt en effet 375 kilomètres et arrose 5.695 kilomètres carrés, a amené à organiser le projet « assainissement du fleuve Bogotá » en articulant les différentes entités et en révisant la participation des communautés dans le cadre de la coresponsabilité sociale et économique, par des actions qui consolident et encouragent la reconnaissance, l'évaluation et la participation intégrale pour permettre la réalisation d'un tel projet.

MOTS CLÉS:

Assainissement de bassins – fleuve Bogotá, récupération environnementale et écologique, articulation des entités et de la communauté, reconnaissance évaluation et participation intégrale.

LA GESTION EFFICACE DE L'APPROVISIONNEMENT EN EAU EST À LA SOURCE DU DÉVELOPPEMENT ET DE LA CROISSANCE ÉCONOMIQUE

Keith M Naicker

RÉSUMÉ:

L'approvisionnement durable en eau est la base de la croissance économique, du développement et de la gestion de nos villes et cités. Sonder la gestion du service d'eau est donc un impératif au développement. Par conséquent, efficacité économique et responsabilité opérationnelle doivent être les principaux mots d'ordre du service public de l'eau et des autres services en général.

Cet exposé montre, à l'aide de différents indicateurs financiers et opérationnels, que Rand Water (la plus grande société publique de distribution d'eau en Afrique) qu'efficacité économique et responsabilité opérationnelle sont bel et bien ses maîtres mots. 104 ans après sa création, Rand Water n'engendre pas de pression fiscale pour

l'État, fixe ses prix en fonction des coûts et génère assez de bénéfices pour pouvoir investir dans ses besoins en infrastructures actuels et futurs.

Par l'efficacité de cette gestion et de ses opérations, Rand Water est à la source de la croissance économique et du développement de la province sud-africaine de Gauteng, le cœur économique de l'Afrique du Sud et de l'Afrique toute entière.

MOTS CLÉS:

Gestion du service d'eau, viabilité financière, viabilité opérationnelle, fixation des prix en fonction des coûts, croissance économique.

LE PROJET D'ASSAINISSEMENT DE PUERTO CORTÉS

Marlon Lara et German Sturzenegger

RÉSUMÉ:

Les dégâts provoqués par la tempête Gert en 1993 et la pénurie d'eau correspondante qui ont sévi la ville de Puerto Cortés au cours des mois suivants ont fait prendre conscience aux autorités locales et à la population du fait que ce n'était pas à Tegucigalpa que leur problème allait être résolu. C'est ainsi que Marlon Lara, un jeune homme politique élu maire en janvier 1994, a pris la tête de la réforme du système d'eau et d'assainissement qui conduirait à la décentralisation des services et à la génération du modèle de Puerto Cortés.

Fort du soutien déterminé du BID, le modèle institutionnel que M. Lara a mis au point est constitué de trois composants :

- ▶ Une entreprise à capitale mixte (visant à garantir l'autonomie de la prestation des services d'eau et d'assainissement)
- ▶ Un fond fidéicomissaire (visant à garantir l'usage transparent des ressources)
- ▶ Un organisme de régulation (en vue de garantir l'exécution des engagements)

Le cas de Puerto Cortés a démontré que la décentralisation au Honduras est possible et que la municipalité peut offrir des services d'eau et d'assainissement à la ville (98 %) de manière efficace, ce qui laisse une série de leçons qui pourront servir à d'autres réformes similaires.

- ▶ Les réformes ont plus de chance de réussir si elles sont menées par un leader local.
- ▶ La solidité institutionnelle représente un élément clef pour équilibrer ou éviter la personnalisation excessive d'une réforme et garantir leur permanence.
- ▶ À Puerto Cortés, les donateurs internationaux sont restés discrets, ce qui a contribué à mieux légitimer le procédé.
- ▶ La municipalité a eu un rôle actif dans le développement de la réforme.
- ▶ L'utilisation du temps politique.
- ▶ L'information correcte de la communauté.
- ▶ Ne pas négliger la volonté de payer pour de bons services.

MOTS CLÉS:

Puerto Cortés, Honduras, eau et assainissement, décentralisation, Marlon Lara, Banque Interaméricaine pour le Développement (BID).

TRAITEMENT DE L'EAU ET RECOUVREMENT DES COÛTS CONFORMÉMENT AUX PRINCIPES DU «SOCIAL BUSINESS» DE GRAMEEN-VEOLIA WATER LTD AU BANGLADESH

Samir Chowdhury et Olivier Gilbert

RÉSUMÉ:

En 2007, Grameen Bank* et Veolia Water** ont décidé de joindre leurs forces pour créer Grameen – Veolia Water Ltd en vue de permettre aux populations les plus défavorisées du Bangladesh d'accéder à l'eau potable. Les uniques sources d'approvisionnement que compte ce pays à l'heure actuelle sont ses aquifères contaminés par l'arsenic.

L'objectif de cette nouvelle entreprise est de distribuer une eau potable d'excellente qualité à

un prix socialement acceptable. Les infrastructures qui permettront de mener à bien ce projet sont en cours de conception. Étant donné que Grameen – Veolia Water Ltd est une entreprise à but non lucratif, les profits réalisés seront réinvestis dans le projet. Cette initiative suit le modèle du « social business » et vise à rendre l'eau potable accessible à un plus grand nombre de personnes parmi les populations les plus défavorisées.

* La Grameen Bank est présidée par Muhammad Yunus, père du concept du micro-crédit et Prix Nobel de la Paix 2006

** Veolia Eau est la référence mondiale des services de l'eau et des solutions technologiques

Semaine Thématique 6

CHANGEMENT CLIMATIQUE ET PHÉNOMÈNES EXTRÊMES.

[Vers un monde menacé par la pénurie d'eau
et marqué par l'incertitude.]

Document de synthèse

Coordinateurs: José Manuel Moreno, Joseph M. Alcamo, Luis J. Mata et Jean Palutikof

PRÉSENTATION

L'eau douce est une ressource absolument essentielle à la vie sur terre et au bien-être des hommes. L'humanité utilise toutefois aujourd'hui plus de la moitié des ressources en eau douce auxquelles elle a accès et assèche les aquifères. Aussi la sécurité de l'eau est-elle un enjeu majeur pour les nombreuses personnes qui n'ont pas accès à une eau potable salubre. Le développement humain doit aller de pair avec un accès à l'eau pour tous, comme le reconnaissent les Objectifs du Millénaire pour le Développement (dont la Cible 10 est de « réduire de moitié, d'ici à 2015, le pourcentage de la population qui n'a pas accès de façon durable à un approvisionnement en eau potable et à un système d'assainissement de base » (Nations Unies 2002). Mais un défi de taille reste à relever pour atteindre ces objectifs: le changement climatique.

Selon le quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC 2007), le réchauffement climatique a un impact sur le cycle de l'eau. Il influe sur la façon dont il pleut, quand, où et en quelle quantité. Aussi une nouvelle donne se dessine-t-elle en ce qui concerne la disponibilité de l'eau et les risques liés à cette ressource. Les changements relevés dans les régimes de précipitations, l'intensité des précipitations et les précipitations extrêmes sont liés au réchauffement climatique observé au cours de ces dernières décennies, au même titre que la fonte généralisée des neiges et des glaciers et que les changements enregistrés en termes d'humidité des sols et de ruissellement. À cela, il faut ajouter la multiplication des fortes précipitations dans des régions dites arides, la diminution des réserves d'eau dans les glaciers alpins, des variations dans le volume et la vitesse d'écoulement des cours d'eau alimentés par les glaciers et la fonte des neiges, ainsi que dans le gel des rivières et des lacs. Une étude récente montre que, dans certaines régions, quelques-uns de ces changements hydrologiques observés sont le résultat de l'influence humaine sur le climat (Barnett *et al.* 2008).

En ce début de siècle, étant donné que la planète continue de se réchauffer, les modèles climatiques laissent présager d'autres impacts sur le cycle de l'eau (Bates *et al.* 2008). Parmi ceux-ci figurent les variations dans les régimes des précipitations, avec de plus forts épisodes sous les hautes latitudes et différentes parties des tropiques, et une diminution des précipitations dans les régions subtropicales et de moyennes et basses latitudes. Au milieu du XXI^e siècle, le débit moyen annuel des cours d'eau et la disponibilité de l'eau augmenteront de 10 % à 40 % sous les hautes latitudes et dans certaines zones tropicales humides et diminueront de 10 % à 30 % dans les régions arides de l'équateur et les zones tropicales sèches. Certaines régions arides et semi-arides (comme le bassin Méditerranéen, l'ouest des États-Unis, le sud de l'Afrique et le nord-est du Brésil) sont particulièrement vulnérables aux impacts du changement climatique et verront de ce fait prochainement leurs ressources en eau s'appauvrir (Fig. 1). Au cours de ce siècle, il est prévu que les réserves d'eau des glaciers se fassent de plus en plus rares, réduisant ainsi la disponibilité des ressources hydriques dans les régions approvisionnées en eau de fonte des neiges des plus grands massifs montagneux, qui alimente une proportion non négligeable de la population mondiale. L'augmentation du niveau de la mer entraînera une plus grande intrusion d'eau salée dans les eaux souterraines et les estuaires et se traduira par la diminution des réserves d'eau douce et la fragilisation des écosystèmes littoraux.

Les épisodes de pluies intenses deviendront de plus en plus fréquents dans la plupart des régions du globe au cours de ce XXI^e siècle, et le risque d'inondations consécutives à ces pluies sera accru. En été, la tendance est à la sécheresse vers l'intérieur des terres, plus particulièrement dans les régions subtropicales et sous les moyennes et basses latitudes. Selon les prévisions, dans le monde, la proportion des terres extrêmement arides tout au long de l'année, et la fréquence et la sévérité des épisodes de sécheresse extrême, devraient augmenter.

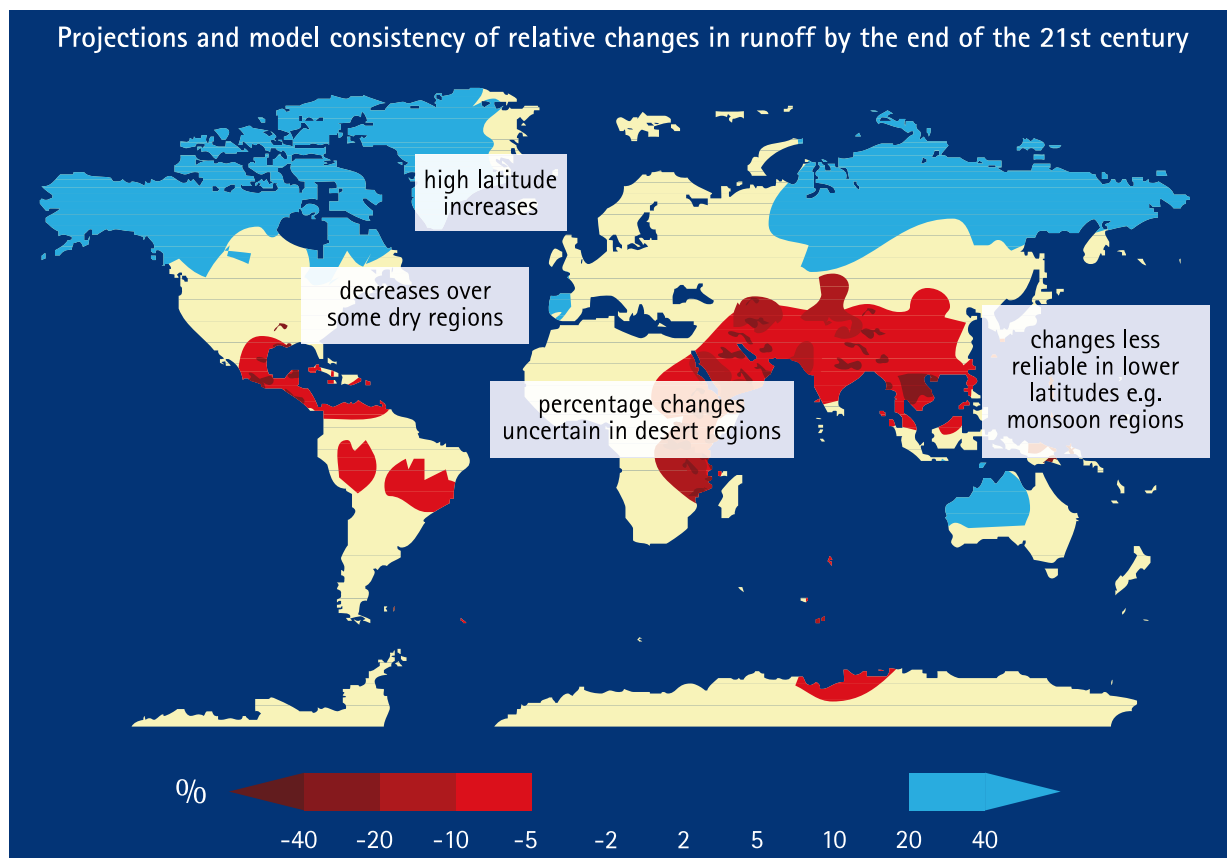


Figure 1. Variations relatives du ruissellement annuel à grande échelle (disponibilité de l'eau, en pourcentage), pour la période allant de 2090 à 2099 par rapport à celle de 1980 à 1999. Les valeurs sont issues de moyennes calculées à partir de 12 modèles climatiques basés sur le scénario A1B du RSSE du GIEC. Les aires blanches représentent les zones où moins de 66 % des 12 modèles concordent sur le sens de la variation et les zones hachurées correspondent aux cas où plus de 90 % des modèles concordent sur celui-ci. Source : GIEC 2007.

Une température de l'eau plus élevée, des précipitations plus fortes et des périodes plus longues de faibles débits sont d'autres effets escomptés. Et cela ne fera qu'accroître la pollution de l'eau sous toutes ses formes (sédiments, fertilisants, carbone organique dissous, organismes pathogènes, pesticides, sels et pollution thermique) et les écosystèmes, la santé, la fiabilité des réseaux d'approvisionnement et les coûts de service s'en ressentiront.

Ce dossier est le fruit des rencontres internationales qui se sont tenues à la « Tribuna del Agua » (La Tribune de l'eau) à l'occasion de l'exposition internationale EXPOZARAGOZA 2008. Ces rencontres ont réunis près de 200 participants venus de toutes parts pour partager leurs réflexions autour du thème central d'EXPOZARAGOZA : l'eau. Cette semaine consacrée au changement climatique et aux phénomènes extrêmes visait à placer quelques-unes des principales questions liées à l'impact du changement

climatique sur le cycle de l'eau et ses conséquences pour l'humanité au cœur du débat. La semaine thématique s'est déroulée en neuf séances sur trois jours, à raison de trois séances par jour. Le premier jour a été consacré à l'évaluation des tendances climatiques et aux prévisions futures, particulièrement en ce qui concerne les précipitations, les extrêmes climatiques liés à l'eau et leurs effets sur les organismes et les systèmes de l'eau. La première séance a proposé un regard rétrospectif sur les tendances des différents régimes de précipitations autour du globe au cours du siècle dernier en portant un intérêt particulier aux résultats des travaux publiés dans le quatrième rapport d'évaluation du GIEC et au Rapport technique sur l'eau du GIEC. Nous savons à présent que le forçage anthropique, c'est-à-dire les activités d'origine humaine, a un effet avéré sur les variations observées en termes de précipitations moyennes sous certaines latitudes et que ces changements ne trouvent leur explication ni dans la variabilité climatique interne ni dans le forçage naturel (Zhang *et al.* 2007). Des

projections sur un futur climat plus chaud s'avèrent donc nécessaires pour savoir à quoi s'attendre au cours des prochaines années. L'avenir est toutefois synonyme de nombreuses incertitudes, particulièrement dans les zones semi-arides, devant rapidement être levées en vue de faciliter une adaptation future.

Les inondations et la sécheresse figurent parmi les fléaux d'origine climatique les plus dévastateurs en termes de pertes de vies humaines et de biens chaque année. Ils ont tous deux été abordés lors d'une séance axée sur la variation de leur fréquence et de leur intensité, ainsi que sur l'ampleur des effets escomptés. Une étude de cas sur la façon dont l'Espagne fait face aux risques d'inondation a également été présentée. La pluie qui tombe sur Terre y reste un certain temps sous forme de neige ou de glace, ou dans les zones humides, avant de s'acheminer vers l'océan. La neige et la glace s'avèrent cruciales pour des millions de personnes car elles alimentent les cours d'eau en mal de précipitations durant l'été. Des millions de gens dépendent en effet de ces deux sources d'eau. Les zones humides sont également d'importantes sources d'eau, un trésor de biodiversité qui nous aide chaque jour à ne pas oublier où nous vivons. Les impacts sur les systèmes hydriques ont quant à eux été abordés au cours de la dernière séance de la journée.

La deuxième journée a été consacrée à la disponibilité de l'eau et à l'utilisation de l'eau et ses effets sur la production alimentaire, sur l'économie et sur la société. C'est au cours de la première séance que le thème de la disponibilité de l'eau a été abordé. La majeure partie de l'eau qui s'écoule sur la Terre est exploitée par l'homme. La quantité d'eau prélevée à un endroit dépend du nombre de personnes qui y vivent et de l'usage que ces personnes souhaitent en faire. La quantité et la qualité de l'eau, au même titre que la demande, varient en fonction du climat. Différents modèles et scénarios laissent présager que le nombre d'habitants dans les bassins versants soumis à un stress hydrique aura augmenté de 62 % à 75 % en 2050 (Alcamo *et al.* 2007). Dégager les tendances futures en termes d'approvisionnement et de demande et identifier les zones les plus exposées au stress hydrique doivent gagner en priorité. L'eau peut être utilisée directement pour boire, mais elle permet aussi d'assurer un autre besoin essentiel majeur : notre sécurité alimentaire. Une grande partie de l'agriculture mondiale dépend des cultures pluviales, d'autres cultures de l'irrigation et l'élevage de l'herbe naturelle et des aliments pour animaux,

qui dépendent à leur tour de la pluie. Le lien entre la pluie et le PIB annuel demeure une réalité dans de nombreux pays étant donné que le PIB varie en fonction de la pluie tombée chaque année. Le thème de l'eau et de la production alimentaire a été abordé lors de la séance suivante. Notre quotidien se verra affecté à bien des niveaux par cette nouvelle donne en termes de disponibilité des denrées alimentaires et des ressources due à la variation des précipitations. Les coûts économiques et sociaux générés par ces changements doivent également faire l'objet d'une attention particulière. La faim et l'appauvrissement entraîneront l'exode de nombreuses personnes et seront à l'origine d'une insécurité accrue et de conflits dans de nombreuses régions du globe (EC 2008; Raleigh *et al.* 2008). Le changement climatique pose de grands défis en matière de gestion de notre environnement, dont l'eau fait partie.

La troisième et dernière journée a quant à elle été consacrée à la formulation de solutions d'adaptation pour vivre dans un monde menacé par la pénurie d'eau et marqué par l'incertitude en raison du changement climatique. Les systèmes de gestion nous aident à organiser et à distribuer les ressources en eau à l'endroit et au moment requis indépendamment de la quantité de pluie tombée. Il ne fait pratiquement plus aucun doute que le changement climatique affectera le fonctionnement des infrastructures hydrauliques existantes et les pratiques en matière de gestion de l'eau (Kundzewicz *et al.* 2007). Nos systèmes ont été conçus sur la base d'un monde considéré comme stable et donc prévisible. On avait l'habitude de projeter le futur sur la base du passé, mais ça ne sera désormais plus le cas. Le changement climatique a ébranlé un précepte qui a facilité, au cours de l'histoire, la gestion de la demande et de l'approvisionnement (Milly *et al.* 2008). Il nous faut donc mesurer notre vulnérabilité aux changements attendus et étudier les différentes options qui s'offrent à nous en vue d'apprendre à vivre dans un monde disposant de moindres ressources en eau, dont la répartition spatiale et temporelle changera au fil des années. L'organisation de nos systèmes de gestion doit être repensée afin de faire face au nouveau paradigme de « monde en constante mutation » et de les rendre plus « résistants au climat » (Biemans *et al.* 2006). En ce qui concerne les besoins futurs, il convient également de réévaluer différentes options pour résoudre la question de la pénurie des ressources en eau, que se disputent différents acteurs. Cela s'avère particulièrement nécessaire dans les régions les plus défavorisées, mais également dans les pays développés, qui doivent faire face à de nouveaux défis.

References

Alcamo, J., M. Flörke, M. Märker (2007). Future long-term changes in global water resources driven by socio-economic and climatic change. *Hydrological Sciences-Journal-des Sciences Hydrologiques*, 52(2) 247-275.

Barnett, T. P., D. W. Pierce, H. G. Hidalgo, C. Bonfils, B. D. Santer, T. Das, G. Bala, A. W. Wood, T. Nozawa, A. A. Mirin, D.R. Cayan, & M. D. Dettinger (2008). Human-Induced Changes in the Hydrology of the Western United States. *Science* 319: 1080-1083.

Bates B., Z. W. Kundzewicz, S. Wu, N. Arnell, V. Burkett, P. Döll, D. Gwary, C. Hanson, B. Heij, B. Jiménez, G. Kaser, A. Kitoh, S. Kovats, P. Kumar, C. Magadza, D. Martino, L. J. Mata, M. Medany, K. Miller, T. Oki, B. Osman, J. Palutikof, T. Prowse, R. Pulwarty, J. Räisänen, J. Renwick, F. Tubiello, R. Wood, Z. Zhao, J. Arblaster, R. Betts, A. Dai, C. Milly, L. Mortsch, L. Nurse, R. Payne, I. Piskvar, T. Wilbanks (2008). IPCC Technical Paper on Climate Change and Water.

[<http://www.ipcc.ch/meetings/session28/doc13.pdf>] Accessed pm KJune 12th, 2008.

Biemans, H., H. van Schaik, P. Kabat (2006). Water and climate risks: A plea for climate proofing of water development strategies and measures. Wageningen : Co-operative Programme on Water and Climate, 35 pp.

[<http://www.wac.ihe.nl/UserFiles/File/manifest.pdf>]. Accessed on June 12th, 2008.

EC (2008). Climate change and international security. Paper from the High Representative and the European Commission to the European Council. S113/08. [<http://register.consilium.europa.eu/pdf/en/08/st07/st07249.en08.pdf>]. Accessed on June 12th, 2008.

UNDP (2006). Human Development Report 2006. Palgrave Macmillan, New York, NY. USA.

[<http://hdr.undp.org/en/media/hdr06-complete.pdf>] Accessed on June 12th, 2008.

IPCC (2007). Climate Change 2007: Synthesis Report.

[http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf]. Accessed on June 12th, 2008.

Kundzewicz, Z.W., L.J. Mata, N.W. Arnell, P. Döll, P. Kabat, B. Jiménez, K.A. Miller, T. Oki, Z. Sen and I.A. Shiklomanov, 2007: Freshwater resources and their management. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 173-210.

Milly, P.C.D., J. Betancourt, M. Falkenmark, R. M. Hirsch, Z. W. Kundzewicz, D. P. Lettenmaier, R. J. Stouffer (2008). Stationarity is dead: whither water management? *Science* 319: 573-574.

Raleigh, C., L. Jordan, I. Salehyan (2008) Assessing the Impact of Climate Change on Migration and Conflict. Social Development. The World Bank, Washington, D.C.

[http://siteresources.worldbank.org/EXTSOCIALDEVELOPMENT/Resources/SDCCWorkingPaper_MigrationandConflict.pdf]. Accessed on June 12th, 2008.

UN 2002. Report of the World Summit on Sustainable Development. Johannesburg, South Africa, 26 August-4 September 2002. United Nations, New York.

[http://www.unmillenniumproject.org/documents/131302_wssd_report_reissued.pdf]. [Accessed on June 12th, 2008.

Zhang, X., F. W. Zwiers, G. C. Hegerl, F. H. Lambert, N. P. Gillett, S. Solomon, P. A. Stott, T. Nozawa (2007). Detection of human influence on twentieth-century precipitation trends. *Nature* 448: 461-465.

Collaborators

Alcamo, Joseph M.: Centre for Environmental Systems Research, University of Kassel, Kassel, Germany/The Global Water System Project.

Andah, Winston: Water Resources Institute/Challenge Program Water for Food, Ghana.

Andreini, Marc: International Water Management Institute.

Bakker, Marloes: Cooperative Programme on Water and Climate, Delft, The Netherlands.

Barry, Boubacar: International Water Management Institute.

Bindi, Marco: Department of Agronomy and Land Management, University of Florence, Florence, Italy.

Blair, John M.: Division of Biology, Kansas State University, Manhattan, Kansas, USA.

Cañón, Julio: Department of Civil Engineering and Engineering Mechanics, The University of Arizona, Tucson, AZ, USA. SAHRA (Sustainability of semi-Arid Hydrology and Riparian Areas) NSF Center, Tucson, AZ, USA.

Casassa, Gino: Centro de Estudios Científicos, Valdivia, Chile.

Cohen, Stewart J.: Department of Forest Resources Management, University of British Columbia, Vancouver, BC Canada.

Cubasch, Ulrich: Meteorological Institute, Free University of Berlin, Berlin, Germany.

González, Javier: Dept. of Civil Engineering, University of Castilla La Mancha, Ciudad Real, Spain.

Hank, Tobias: Department for Geography, Ludwig-Maximilians University (LMU), Munich, Germany.

Heisler-White, Jana L.: Graduate Degree Program in Ecology and Department of Biology, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, USA.

Howden, S. Mark: CSIRO Climate Adaptation Flagship, GPO Box 284, Canberra, ACT 2601, Australia.

Jung, Gerlinde: Institute for Meteorology and Climate Research (IMK-IFU), Germany. Now at CNR-Institute for Atmospheric Pollution, Rende, Italy.

Knapp, Alan K.: Department of Biology, Colorado State University; Fort Collins, Colorado, USA.

Kundzewicz, Zbigniew W.: Research Centre for Agricultural and Forest Environment, Polish Academy of Sciences, Poznań, Poland/ Potsdam Institute for Climate Impact Research, Potsdam, Germany.

Kunstmann, Harald: Institute for Meteorology and Climate Research (IMK-IFU), Germany.

Laube, Wolfram: Center for Development Studies (ZEF), Germany.

Laux, Patrick: Institute for Meteorology and Climate Research (IMK-IFU), Germany.

Leichenko, Robin M.: Department of Geography, Rutgers University, USA.

Liebe, Jens: Center for Development Studies (ZEF), Germany.

Mata, Luis J.: University of Arizona, Tucson, AZ, USA.

Mausser, Wolfram: Department for Geography, Ludwig-Maximilians University, Munich, Germany.

Moreno, José M.: Department of Environmental Sciences, University of Castilla-La Mancha, Toledo, Spain.

O'Brien, Karen L.: Department of Sociology and Human Geography, University of Oslo, Oslo, Norway.

Pahl-Wostl, Claudia: Institute of Environmental Systems Research/Department of Mathematics and Computer Science, University of Osnabrück, Osnabrück, Germany.

Palutikof, Jean: IPCC Working Group II Technical Support Unit; Meteorological Office of the United Kingdom, Exeter, UK.

Pérez Llorens, José Lucas: Department of Biology, University of Cádiz, Puerto Real, Cádiz, Spain.

Pulwarty, Roger S.: National Integrated Drought Information System, National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA), Boulder, Colorado, USA.

Smith, Melinda D.: Department of Ecology and Evolutionary Biology, Yale University, New Haven, Connecticut, USA.

Valdés, Juan B.: Department of Civil Engineering and Engineering Mechanics, The University of Arizona, Tucson, AZ, USA. SAHRA (Sustainability of semi-Arid Hydrology and Riparian Areas) NSF Center, Tucson, AZ, USA.

van de Giesen, Nick: Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Delft University of Technology, The Netherlands.

van Schaik, Henk: Cooperative Programme on Water and Climate, Delft, The Netherlands.

Wilby, Robert L.: Department of Geography, Lancaster University, Lancaster, UK.

Yagüe Córdova, Jesús: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, Spain.

LES RESSOURCES EN EAU DANS LE QUATRIÈME RAPPORT D'ÉVALUATION DU GIEC

Jean Palutikof

RÉSUMÉ:

Le Groupe d'expert intergouvernemental sur l'évolution du climat a récemment publié son quatrième rapport d'évaluation. Il présente un compte-rendu actualisé des informations scientifiques sur les principes physiques du changement climatique (Groupe de travail I), évalue les impacts, la vulnérabilité et l'adaptation au changement climatique (Groupe de travail II), et fait le point sur les moyens d'atténuation (Groupe de travail III). Quelque 500 experts internationaux ont participé, à cinq ans d'écart, à la rédaction des trois rapports d'évaluation précédents et au rapport de synthèse, qui ont tous été soumis à l'examen rigoureux et à l'approbation des scientifiques et des gouvernements. La dernière publication en date du GIEC est le document technique portant sur « le changement climatique et l'eau ». Il s'agit d'un condensé des informations en la matière figurant

dans les évaluations et des rapports spéciaux antérieurs du GIEC. Ce sont surtout celles du quatrième rapport d'évaluation qui ont été reprises du fait de leur caractère plus récent. Publié en août 2008, il sera traduit dans les langues officielles des Nations Unies. Il reprend les points forts du quatrième rapport d'évaluation du GIEC qui portent sur le changement climatique et les ressources hydriques. Il explique également la façon dont les rapports d'évaluation sont rédigés, examinés et approuvés. Enfin, il résume les décisions prises à ce jour en vue de l'élaboration du cinquième rapport d'évaluation.

MOTS CLÉS:

GIEC, changement climatique, ressources en eau, disponibilité de l'eau.

PRÉVISIONS DES PLUIES FUTURES

Ulrich Cubasch

RÉSUMÉ:

La répartition des pluies dans le futur est calculée à partir de modèles climatiques. Ces modèles, souvent dérivés des modèles de prévisions météorologiques, permettent de résoudre les équations physiques sur une grille représentant l'atmosphère terrestre. Étant donné que la répartition des pluies est très inégale, de multiples simulations utilisant plusieurs modèles mis au point par différents groupes de recherche sont combinées. Ces modèles prédisent, dans le cas d'une augmentation de la concentration des gaz à effet de serre, une augmentation des précipitations due à l'élévation de la température, sans que la répartition ne soit homogène. En général, les régions arides deviennent plus arides encore, et les régions humides deviennent de plus en plus humides. La tendance est à l'intensification des précipitations dans les régions pluvieuses. La résolution de la grille des

modèles mondiaux est normalement de l'ordre de 200 à 400 kilomètres. Cette résolution est trop grossière pour permettre de simuler les variations du régime des pluies à l'échelle régionale, c'est-à-dire, par exemple, à l'échelle d'un pays de la taille de l'Espagne ou à l'échelle des bassins versants. Les modèles régionaux à haute résolution sont intégrés dans les modèles globaux en vue de simuler les changements climatiques à une résolution horizontale de l'ordre de 10 kilomètres. Des modèles statistiques ont également été développés pour obtenir des données à l'échelle régionale.

MOTS CLÉS:

Modélisation du climat, modèles climatiques régionaux, variation des précipitations, réchauffement climatique.

LEVER LES INCERTITUDES LIÉES AU CLIMAT FUTUR: UN DÉFI MAJEUR POUR LES RÉGIONS SEMI-ARIDES

Robert L. Wilby

RÉSUMÉ:

Les régions semi-arides sont exposées à toute une série de menaces dues au changement climatique, comme la sécheresse, les inondations éclair, l'érosion et la dégradation des sols, la désertification et la pénurie d'eau. Selon les prévisions, le changement climatique fera par exemple baisser le débit des cours d'eau et augmenter le stress hydrique autour du bassin Méditerranéen. Il est toutefois très difficile de développer des scénarios de précipitations pour ces régions en raison de leur caractère très variable et intermittent dans l'espace et le temps. L'orographie complexe et les réseaux d'observation trop épars ne font que rendre la tâche plus ardue encore. C'est pourquoi il devient urgent de développer des instruments et des techniques, indispensables à l'évaluation régionale de l'évolution du climat, notamment dans les pays arides et semi-arides. Cet exposé passe en revue les dernières techniques mises au point pour construire des scénarios de précipitations dans les régions semi-arides comme le bassin Méditerranéen, le nord de l'Afrique et certaines

parties du Moyen-Orient. Des projections résultant de différents modèles climatiques et des techniques dites de « downscaling » (descente en échelle) font état de très importantes variations à l'échelle des bassins versants. Aussi l'accent est-il mis sur la formulation de solutions « à moindre regret », à savoir celles qui sont valables quelque soit le scénario du climat futur. C'est le cas, par exemple, des prévisions saisonnières, qui aident à mieux anticiper les épisodes de sécheresse, et du retour aux techniques traditionnelles de récupération de l'eau. D'autres approches, comme l'étude de sensibilité, permettent d'identifier « le seuil de tolérance » ou les limites à l'adaptation. Enfin, des efforts visant à lever les incertitudes liées à l'offre doivent être mis en œuvre par le biais d'initiatives afin de réduire les besoins en eau et, de ce fait, la vulnérabilité à long terme.

MOTS CLÉS:

Changement climatique, terres sèches, scénario, downscaling, incertitude, précipitations.

RISQUE DE SÉCHERESSES: CARACTÉRISATION, DÉFIS ET OPPORTUNITÉS

Juan B. Valdés, Julio Cañón et Javier González

RÉSUMÉ:

Le changement climatique aura un impact considérable sur les ressources en eau de la planète. En clair, l'intensification du cycle hydrologique s'accompagnera d'une variabilité climatique accrue et augmentera la fréquence et l'ampleur de phénomènes extrêmes, comme la sécheresse et les inondations. L'adoption de mesures devient impérative pour faire face aux très inquiétantes sécheresses frappant les régions arides et semi-arides, où les ressources en eau sont très disputées en raison de la pression démographique et de l'utilisation non durable des eaux de surface et souterraines. Le lien eau/énergie n'en sera également que plus critique et la concurrence entre l'usage agricole et l'usage résidentiel et industriel de l'eau n'en sera que plus accrue. Le sud-ouest des États-Unis est une région particulièrement touchée et des efforts

sont actuellement mis en œuvre pour caractériser, prévoir et atténuer les effets des futures sécheresses. Les sécheresses sont d'autant plus inquiétantes que leur étendue et leur durée sont importantes et que leur intensité et leur fréquence ne peuvent par aucun moyen cohérent et uniforme être définies. De récentes avancées dans la télédétection et l'identification de précurseurs climatiques comme ENSO et leur rapport avec les climats régionaux ont facilité la détection rapide et précoce des sécheresses, permettant ainsi d'atténuer leur impact sur l'agriculture et de prévenir une éventuelle famine.

MOTS CLÉS:

Caractérisation de la sécheresse, crise mondiale, prévisions de sécheresse.

FORTES PRÉCIPITATIONS ET INONDATIONS

Zbigniew W. Kundzewicz

RÉSUMÉ:

Au cours de ces quarante dernières années, les pertes économiques mondiales annuelles résultant des inondations, compte tenu de l'inflation, ont augmenté d'un ordre de grandeur. Cette tendance s'explique en partie par la variation de facteurs socio-économiques (croissance démographique, augmentation des revenus, urbanisation des zones vulnérables), du milieu terrestre (changements de la couverture végétale et diminution du stockage naturel), ainsi que de facteurs climatiques. L'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre d'origine anthropique dans l'atmosphère entraîne l'accroissement de l'effet de serre, qui se traduit par le réchauffement climatique et ses impacts, comme la fonte des glaciers et l'élévation du niveau de la mer. L'élévation de la température entraîne l'intensification du cycle hydrologique, et de ce fait, des inondations et des sécheresses plus fréquentes et/ou extrêmes. Il existe en effet plusieurs exemples d'épisodes de sécheresse et d'inondations dans la même zone, à des périodes très rapprochées (en Espagne par exemple). La capacité de rétention d'eau dans l'atmosphère a augmenté avec l'élévation des températures, à un taux de 7 % pour chaque degré ; le risque

d'inondations n'en est que plus accru. Des observations mettent en évidence la probabilité et le nombre croissants de précipitations intenses dans ce contexte de réchauffement climatique. Cependant, en raison de la forte variabilité naturelle des crues et des multiples mécanismes à l'origine des inondations, un changement non ubiquitaire et statistiquement significatif a été relevé. Des variations en termes de distribution temporelle des inondations ont été observées à l'échelle régionale dans de nombreuses parties du globe ; elles sont de plus en plus nombreuses à la fin de l'automne et en hiver (dus aux précipitations). En revanche, la quantité et l'intensité des inondations attribuables à la fonte des neiges et aux embâcles se sont vues décroître dans une bonne partie de l'Europe. Les changements climatiques en termes de fréquence des inondations sont complexes et dépendent du mécanisme à l'origine de l'inondation (précipitations intenses ou fonte des neiges).

MOTS CLÉS:

Phénomènes météorologiques extrêmes, précipitations intenses, inondations, changement climatique.

CARTE DES ZONES INONDABLES EN ESPAGNE

Jesús Yagüe Córdova

RÉSUMÉ:

Les répercussions économiques et sociales des inondations sont chaque jour plus importantes. Les prévisions concernant le changement climatique ne laissent présager aucune amélioration, bien au contraire. Aussi le gouvernement européen et le gouvernement espagnol ont-ils introduit dans leurs législations une série de mesures visant à freiner cette tendance et à minimiser autant que possible les dommages. Avec l'entrée en vigueur de la Directive européenne sur les inondations et la modification du règlement Reglamento del Dominio Público Hidráulico, des actions destinées à évaluer, gérer et pallier les risques d'inondations ont été entreprises. Parmi ces mesures figurent l'élaboration de cartes de risques à l'échelle nationale et l'intégration de ces cartes au sein du Systè-

me national de cartographie des zones inondables. Il n'existe pas de solution unique au problème des inondations. Les mesures proposées, y compris celles susmentionnées, ont un caractère holistique. Aussi le ministère doit-il faire face au problème depuis plusieurs fronts : sécuriser le patrimoine hydraulique, indispensable à la gestion des crues, restaurer les cours d'eau, doter les systèmes automatiques d'information hydrologique de systèmes d'alerte précoce, etc.

MOTS CLÉS:

Zones inondables, Reglamento del Dominio Público Hidráulico, Directive européenne sur les inondations, Carte de risques.

LA NEIGE ET LA GLACE SUR LA PLANÈTE TERRE: CONDITIONS ACTUELLES, IMPACTS ET PRÉVISIONS

Gino Casassa

RÉSUMÉ:

Sur notre planète, les glaciers, les barrières de glace, les calottes glaciaires continentales, la couverture neigeuse saisonnière, le gélisol, la glace marine, la glace fluviale et lacustre des régions polaires et des zones de hautes montagnes sont autant d'endroits constitués de glace et de neige. Il ne fait plus aucun doute que le réchauffement climatique est à l'origine de la régression de la plupart des ces composantes de la cryosphère. L'impact de cette régression sur l'environnement et sur différentes activités humaines est d'ailleurs déjà bien visible. La forte diminution de la glace marine arctique, la réduction généralisée de la couverture neigeuse, le recul considérable des glaciers et l'effondrement des barrières de glace flottantes dans l'Arctique et l'Antarctique, se traduisant par une accélération du flux de glace et l'amincissement des glaciers, figurent parmi ces

effets. La réduction de la cryosphère a par ailleurs entraîné la modification des modèles de ruissellement en raison, entre autres, de la fonte accrue des glaciers, de la fonte précoce des neiges, de la diminution de la circulation de véhicules sur les routes gelées de l'Arctique, du danger accru associé aux instabilités des glaciers et des pentes dues à l'affaiblissement mécanique des sols au cours de la déglaciation, des nouveaux modes de vie dans l'Arctique et dans les montagnes, de la diminution de la pratique du ski, de l'escalade de glace et d'activités de plein air dans les régions montagneuses en phase de déglaciation, et du passage d'un plus grand nombre de navires dans l'Arctique.

MOTS CLÉS:

Neige, glace, cryosphère, recul des glaciers, élévation du niveau de la mer.

IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES ÉCOSYSTÈMES DES ZONES HUMIDES

José Lucas Pérez Lloréns

RÉSUMÉ:

L'appellation « zone humide » recouvre une grande diversité de milieux aquatiques, reconnus comme des réservoirs de biodiversité et des éléments clés dans le cycle du carbone. Les zones humides offrent de nombreux biens écosystémiques (nourriture, eau potable) et de nombreux services également liés aux écosystèmes (épurations naturelles des eaux, régulation du climat, régulation des inondations, protection du littoral, etc.) et contribuent de ce fait au bien-être de l'homme. Les zones humides sont particulièrement sensibles aux changements des niveaux d'eau ; aussi, les conditions climatiques changeantes (ayant des effets sur le cycle hydrologique, la nature, la variabilité des saisons sèches et humides, ainsi que sur le nombre et l'intensité des extrêmes) sont susceptibles d'avoir une incidence sur leur structure et leur fonctionnement. De nombreuses zones humides sont en phase de perte ou de dégradation. Les impacts anthropiques directs, non imputables au changement climatique, causés par le drainage, les prélèvements d'eau, la fragmentation des habitats et l'eutrophisation, entre autres, sont bien plus perceptibles que ceux directement attribuables au changement climatique. Selon les prévisions, des facteurs climatiques et non climatiques agiront synergiquement sur les zones humides et entraîneront des changements brusques et importants auxquels il sera difficile, coûteux, voire impossible de remédier. Le changement climatique bouleversera très probablement la structuration hiérarchique et le fonctionnement des écosystèmes en affectant leurs caractéristiques biotiques et abiotiques (des organismes individuels aux populations et communautés). L'impact général dépendra de la capacité de résilience de l'écosystème et du degré de variation des facteurs climatiques clés comme la température et la disponibilité de l'eau (dans les zones humides inté-

rieures), et le niveau de la mer et le déferlement de tempêtes (dans les zones humides littorales et à faible altitude). La variation des températures affectera aussi bien les facteurs abiotiques (comme la répartition, la qualité de l'eau, etc.) que les facteurs biotiques (comme la physiologie générale, l'évolution de la répartition des espèces, le métabolisme général de la communauté, etc.). Les modifications du cycle hydrologique accompagnées de l'élévation du niveau de la mer et de la survenue d'un plus grand nombre de tempêtes se traduiront par une érosion accrue des zones littorales, une plus forte salinisation des eaux souterraines et des estuaires, l'altération des marées, des variations dans l'apport de sédiments et la charge nutritive, l'augmentation des inondations et, par conséquent, une moindre disponibilité en eau douce pour l'homme et les écosystèmes. Les projections de l'étendue et des effets du changement climatique sur les espèces et les écosystèmes sont exprimées suivant divers degrés de confiance, tenant compte des incertitudes qui entourent la façon dont le climat changera à l'échelle régionale, de l'influence des facteurs non climatiques et de la façon dont répondront les systèmes écologiques complexes. En effet, compte tenu du fait que le changement climatique altère le métabolisme des écosystèmes et la composition des espèces, de nombreux changements écologiques imprévisibles susceptibles de menacer les biens et les services que ces systèmes offrent aux hommes sont escomptés (prolifération d'algues nuisibles, invasion d'espèces étrangères, etc.).

MOTS CLÉS:

Facteurs climatiques, zones humides littorales, fonctionnement de l'écosystème, services des écosystèmes, prévisions, lacs, eutrophisation, cours d'eau, température.

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET LA TRANSFORMATION DES RESSOURCES MONDIALES EN EAU

Joseph M. Alcamo

RÉSUMÉ:

Dans les prochaines décennies, les changements que connaissent le climat et la société se traduiront par une transformation accrue des ressources en eau mondiales. Mais l'intensité et les types de risques varieront considérablement d'une région à l'autre. Par exemple, il est fort probable que le changement climatique aggrave la pénurie d'eau dans les régions particulièrement vulnérables, comme le sud de l'Europe, le nord-est du Brésil et l'Afrique australe. Dans d'autres régions, les précipitations et la disponibilité de l'eau seront accrues mais ces zones ne seront pas exemptes d'impacts. Dans le cas de l'Europe, les précipitations se feront plus nombreuses en hiver et augmenteront de ce fait la fréquence des inondations hivernales dans le centre et le nord du continent. En attendant, le réchauffement climatique a déjà accéléré le rythme de la fonte des glaciers dans les Alpes, l'Himalaya et d'autres parties du globe. Dans un premier temps, le débit des cours d'eau alimentés par cette fonte augmentera. Mais, à long terme, la disparition progressive des glaciers entraînera la diminution du débit et compromettra par conséquent l'approvisionnement en eau en aval. La société doit trouver une solution immédiate pour faire face à ces risques et cette solu-

tion doit être valable aussi bien à l'échelle locale que mondiale. À l'échelle mondiale, trois priorités se dégagent. Il nous faut tout d'abord réduire le risque immédiat pour la société par l'instauration étendue de systèmes d'alerte précoce de sécheresses et d'inondations. Il nous faut ensuite approfondir nos connaissances concernant les transformations en cours dans les systèmes hydrologiques mondiaux en élargissant le champ de téléobservation de la terre et en menant de nouvelles expériences et études sur le terrain à grande échelle. Enfin, nous devons assurer la protection à long terme de la nature et de la société en renforçant la gouvernance mondiale de l'eau. Cela implique la recherche de nouveaux modes de gestion de l'eau à l'échelle mondiale à travers de nouvelles institutions et conventions internationales. Ces actions sont de la plus haute priorité car les changements universels qui affectent le système hydrologique mondial nécessitent de la part de la société une réponse tout aussi étendue.

MOTS CLÉS:

Ressources en eau, changement climatique, disponibilité de l'eau.

LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET LA GESTION DES BESOINS EN EAU

Henk van Schaik et Marloes Bakker

RÉSUMÉ:

Le climat est un facteur essentiel du cycle de l'eau. Il détermine la quantité d'eau disponible (offre). Il s'avère également un facteur déterminant pour les besoins en eau (demande) à court et à long terme des personnes, pour la production alimentaire et pour les écosystèmes. Selon les projections, d'ici 2020, de 75 à 250 millions de personnes seront exposées à un stress hydrique accentué par le changement climatique. À l'échelle mondiale, les besoins en eau vont augmenter au cours des prochaines décennies au rythme de la croissance démographique et de l'affluence accrue de la population. À l'échelle régionale, on anticipe une forte augmentation de la demande d'eau d'irrigation consécutive aux changements climatiques. Si rien n'est fait, ces deux tendances auront des conséquences négatives sur les modes de vie et aggraveront les problèmes liés à l'eau. Tous les gouvernements doivent donc avant tout s'assurer que leurs infrastructures, au même titre que leurs approches politiques et institutionnelles touchant aux domaines légal, technique et économique en matière de gestion et de service d'eau sont adéquates, à la lumière des impacts

du changement climatique escomptés. Mesures offre/demande : parmi les mesures d'adaptation visant à assurer l'approvisionnement en eau lors d'épisodes de sécheresse, on distingue les mesures influençant la demande et les mesures influençant l'offre. Les premières visent à améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau à l'aide de nouvelles techniques, comme l'irrigation goutte à goutte, de restrictions, de campagnes en faveur de la conservation de l'eau et de la fixation des prix. Les stratégies visant à influencer l'offre reposent en général sur la capacité de stockage, le captage d'eau et les transferts d'eau. La gestion intégrée des ressources en eau offre un cadre propice à l'adoption de mesures d'adaptation dans les sphères environnementales, administratives, économiques et sociales. Cet article propose une brève introduction à la gestion de l'offre et de la demande et quelques exemples illustratifs.

MOTS CLÉS:

Changement climatique, gestion des besoins, gestion de l'approvisionnement, gestion intégrées des ressources en eau.

CULTURES VIVRIÈRES DANS LE CONTEXTE DU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE ET D'UNE DISPONIBILITÉ DE L'EAU MODIFIÉE

Marco Bindi et S. Mark Howden

RÉSUMÉ:

Une grande partie de l'agriculture mondiale dépend des cultures pluviales ; aussi des changements présents et futurs dans le cycle de l'eau (comme la quantité totale, la répartition annuelle et l'intensité des précipitations) auront-ils très probablement une incidence majeure sur la sécurité alimentaire mondiale. Selon les projections, l'élévation de la température et les variations des précipitations, qui diminueront dans les régions arides des latitudes moyennes et dans les zones tropicales sèches (par exemple, le bassin Méditerranéen, l'ouest des États-Unis, l'Afrique australe et le nord-est du Brésil), aggraveront la déjà faible disponibilité en eau de ces régions. En outre, la fréquence et l'intensité des précipitations et des épisodes de sécheresses extrêmes seront accrues au cours de ce même XXI^e siècle. Enfin, l'augmentation du niveau de la mer entraînera la salinisation accrue des eaux souterraines et des

estuaires et se traduira par une moindre disponibilité en eau d'irrigation dans les régions côtières. Toutes ces projections, ajoutées à d'autres facteurs externes, comme l'augmentation de la demande alimentaire et les nouvelles habitudes alimentaires, entre autres, laissent présager d'importants impacts sur la production alimentaire et, par conséquent, sur la disponibilité alimentaire. Cet exposé vise à offrir une présentation générale des impacts escomptés du réchauffement climatique et de la nouvelle donne en matière de disponibilité de l'eau sur la production alimentaire et aborde les stratégies d'adaptation qui doivent être mises en œuvre afin d'y faire face.

MOTS CLÉS:

Cultures vivrières, changement climatique, disponibilité de l'eau, température.

CHANGEMENT CLIMATIQUE ET PRAIRIES: CONSÉQUENCES INATTENDUES DES VARIATIONS EXTRÊMES DU RÉGIME DES PRÉCIPITATIONS

Alan K. Knapp, Jana Heisler-White, Melinda D. Smith
et John M. Blair

RÉSUMÉ:

La variabilité climatique est une caractéristique inhérente aux prairies, avec d'importantes fluctuations des températures et un régime de précipitations caractérisé par des inondations et de fortes sécheresses récurrentes au fil des ans. Les modèles climatiques mondiaux et de nouvelles données indiquent que les extrêmes dans les régimes de précipitations augmentent de parts et d'autres du globe. Aussi la variabilité temporelle de la disponibilité de l'eau dans les prairies, influencée directement par la variation des régimes de précipitations et indirectement par l'élévation des températures escomptée, sera-t-elle probablement accrue dans le futur. Des analyses portant sur la relation à long terme entre la productivité des prairies et les régimes de précipitations, couplées à des simulations expérimentales des précipitations, ont donné un certain nombre de résultats surprenants sur la façon dont les prairies réagiront à des climats futurs plus extrêmes. Les données collectées sur le long terme et les expériences ont montré que

même dans les prairies relativement mésiques, la disponibilité de l'eau affecte la plupart des années la productivité aérienne. Aussi la plupart des prairies seront-elles vulnérables au changement climatique. Cette vulnérabilité peut être influencée par les conditions d'humidité du sol en période de dormance et par les régimes de précipitations saisonniers. De façon surprenante, l'augmentation des extrêmes (de plus longs épisodes de pluie intense et de sécheresse) pendant la période de croissance a réduit la productivité dans les prairies mésiques mais l'a augmentée dans les prairies semi-arides. Comprendre les interactions entre la quantité de précipitations et leur répartition dans les prairies est essentiel en vue de trouver des réponses pertinentes au changement climatique.

MOTS CLÉS:

Production primaire nette aérienne, production fourragère, prairies, régimes de précipitations extrêmes, variabilité des précipitations.

CHANGEMENT CLIMATIQUE, MONDIALISATION ET PÉNURIE D'EAU

Karen L. O'Brien et Robin M. Leichenko

RÉSUMÉ:

Une grande partie de la population s'apprête à être directement ou indirectement confrontée à la pénurie d'eau exacerbée par le changement climatique. Les variations temporelles et quantitatives des précipitations, de leur répartition, des ressources en eau de fonte et de la quantité, de la qualité et de l'accès aux eaux de surface et souterraines en sont quelques raisons. Toutefois, ces changements ayant lieu à l'échelle mondiale ne sont pas les seuls à affecter ces ressources. La marchandisation de l'eau et les transferts interbassins, ajoutés aux besoins croissants en eau dans les milieux urbains, agricoles et industriels, sont à l'origine de nouveaux contextes en termes d'accès à l'eau et de concurrence pour les ressources en eau. Cet exposé étudie le lien entre le changement climatique, la mondialisation et la pénurie d'eau, ainsi que les différentes implications pour la sécurité humaine.

En utilisant un schéma de « double exposition », nous analysons pourquoi ceux qui ont le plus de risque d'être touchés par le changement climatique sont également ceux qui pâtissent des effets négatifs de la mondialisation. Nous démontrons par ailleurs que la pénurie d'eau en cette époque de changements globaux est tout aussi influencée par les décisions politiques que par les variations physiques de cette ressource. Comme le montre cette double exposition, les décisions en matière de politique de l'eau doivent prendre en considération à la fois les possibles retombées du changement climatique et celles de la mondialisation.

MOTS CLÉS:

Changement climatique, mondialisation, privatisation de l'eau, sécurité humaine.

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE: UN DÉFI MONDIAL POUR LA GOUVERNANCE DE L'EAU

Claudia Pahl-Wostl

RÉSUMÉ:

En ce XXI^e siècle, des défis de taille se posent en matière de gestion des problèmes environnementaux. Le changement climatique et les phénomènes extrêmes associés ont mis en lumière les faiblesses des régimes de gouvernance des ressources en eau actuels. Cela vient soutenir la thèse en faveur du besoin de développer une approche de gouvernance souple et adaptative et des approches innovantes pour faire face au risque et à l'incertitude liés à la mise en œuvre et à la garantie de la durabilité de la gestion de l'eau à long terme. Cela fournit également de solides arguments en faveur de la nécessité d'adopter une perspective globale et à plusieurs niveaux des questions liées à la gouvernance de l'eau. Relever les défis du changement climatique ne peut se faire sans accroître la capacité d'adaptation des régimes de gouvernance de l'eau. Des stratégies solides donnant de bons résultats face à des développements au départ incertains mais possibles dans le futur s'avèrent nécessaires. De telles stra-

tégies ne peuvent s'avérer efficaces que pour les régimes de gestion assez souples pour pouvoir tirer des enseignements et s'adapter à une nouvelle donne. La dimension mondiale du défi de la gouvernance prend des formes multiples. Des initiatives mondiales sont requises pour partager et évaluer de façon systématique les enseignements tirés afin de développer une « approche de diagnostic » permettant de relier les caractéristiques spécifiques d'un problème d'adaptation au changement climatique à une approche adaptée de gouvernance en vue d'une solution. D'autres initiatives innovantes favorables à une gouvernance mondiale doivent être développées pour faire face aux défis nécessitant une réponse coordonnée à l'échelle du globe.

MOTS CLÉS:

Gouvernance de l'eau, gestion de l'eau adaptative.

IMPLICATION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA SÉCHERESSE ET LA PÉNURIE D'EAU

Luis José Mata

RÉSUMÉ:

La sécheresse et la pénurie d'eau sont d'importantes questions liées au changement climatique et à la durabilité. La mauvaise qualité de l'eau peut s'avérer une cause majeure de la pénurie d'eau. La pénurie d'eau est aussi associée à la pauvreté. Bon nombre de régions du globe sont déjà touchées par la sécheresse et la pénurie d'eau. Et le changement climatique se traduira par l'augmentation du nombre de personnes exposées à cette pénurie. Si le changement climatique implique une plus grande pénurie d'eau dans certaines régions face aux besoins en eau, alors les stratégies d'adaptation doivent proposer des moyens pour une plus grande efficacité et une meilleure gestion de l'utilisation de l'eau. De nombreux pays développés et en voie de développement ont étudié avec beaucoup de détail les effets du changement climatique. Certains d'entre eux planchent à présent sur la mise en œuvre de stratégies d'adaptation. L'adaptation au changement climatique devrait être placée au centre de l'agenda politique international en matière de lutte contre la pauvreté. En effet, les régions les plus défavorisées du monde pourront difficilement échapper aux impacts du changement climatique. Les approches d'adaptation actuellement développées dans de nombreux pays reposent sur l'idée

d'utiliser une stratégie « à l'épreuve du climat ». L'adaptation au changement climatique devrait réduire les impacts escomptés à condition de s'y prendre à l'avance. De nombreux facteurs empêchent une adaptation complète ; ces facteurs ont une influence sur la capacité d'adaptation des systèmes de gestion de l'eau. Les mesures d'adaptation et d'atténuation doivent être considérées comme des réponses complémentaires au changement climatique. Cette présentation vise à offrir une vue d'ensemble des connaissances actuelles autour des effets du changement climatique sur la sécheresse et la pénurie d'eau dans les régions arides, ainsi que sur la durabilité. Comment le changement climatique aggravera-t-il les problèmes déjà existants et pourquoi la pénurie de l'eau est un sujet lié au climat et au développement durable sont autant de questions soulevées. Les effets du changement climatique sur la sécheresse, les mesures d'adaptation et les implications régionales du lien entre le changement climatique et la sécheresse sont également abordés.

MOTS CLÉS:

Sécheresse, ressources en eau, phénomènes extrêmes, pénurie d'eau.

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET L'EAU: ADAPTATION

Stewart J. Cohen et Roger S. Pulwarty

RÉSUMÉ:

Selon les prévisions, le changement climatique se traduira par une plus grande pénurie d'eau dans de nombreuses régions du globe. Les stratégies d'adaptation doivent inclure des changements d'ordre technique, visant à améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau et la gestion de la demande (par le comptage et la fixation des prix), et des changements d'ordre institutionnel visant à optimiser l'échangeabilité des droits d'usage de l'eau. La disponibilité de l'eau pour chaque type d'usage devrait être affectée par les usages concurrents de la ressource. Par conséquent, une analyse complète des effets du changement climatique sur les usages humains de l'eau prendrait en considération les interactions intersectorielles, y compris les impacts liés aux changements dans l'efficacité de l'utilisation de l'eau et aux transferts intentionnels d'usage de l'eau d'un secteur à l'autre. L'incapacité pour certains systèmes naturels à s'adapter au rythme des pressions démographiques et du changement climatique, les lacunes en termes de compréhension et de quantification des besoins en eau, et les entraves au flux des connaissances et des informations fiables

et opportunes pouvant s'avérer pertinentes pour les décideurs sont autant d'obstacles à la mise en œuvre de mesures d'adaptation. Bon nombre des mesures d'adaptation sont basées sur la technologie et l'efficacité. Des informations d'alerte précoce et des outils d'aide à la décision pour une planification à long terme devraient allier des approches expérimentales et fondées sur des scénarios favorisant un échange de connaissances entre chercheurs et praticiens. Cela se traduit par une approche de gestion intégrée des bassins versants dans laquelle la gestion adaptative devient un outil opérationnel pour l'acquisition de connaissances. Nous illustrons les mécanismes d'apprentissage interactif et de coordination et communication visant à anticiper les changements par deux exemples : celui d'Okanagan et celui des rivières du Colorado, en Amérique du Nord.

MOTS CLÉS:

Adaptation, changement climatique et eau, gestion intégrée des bassins versants..

ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN AFRIQUE DE L'OUEST

Nick van de Giesen, Winston Andah, Marc Andreini, Boubacar Barry, Gerlinde Jung, Harald Kunstmann, Wolfram Laube, Patrick Laux et Jens Liebe

RÉSUMÉ:

Les impacts du changement climatique varient d'une région à l'autre. Il ressort du quatrième rapport d'évaluation du GIEC que les régions les plus arides seront confrontées à davantage de sécheresses et que le régime des précipitations y sera en général plus « rude ». En Afrique de l'Ouest, et plus particulièrement dans la région située au sud du Sahel, il se peut que les signes du changement climatique soient moins perceptibles. Selon les constatations de certains cultivateurs, le début de la saison des pluies se fait de plus en plus tardif, et ce depuis deux générations. Récemment, une modélisation atmosphérique détaillée effectuée à l'échelle de la région (Jung et Kunstmann, 2008) montre que dans les toutes prochaines années également, le début de la saison des pluies sera plus tardif et passera approximativement du mois d'avril au mois de mai. La fin de la saison des pluies, au même titre que le total des précipitations, sera plus ou moins fixe. Cela signifie que les stratégies d'adaptation devront adopter une double approche. Une stratégie d'adaptation complète doit d'abord reposer sur la poursuite des efforts visant à produire des cultures pluviales à croissance plus rapide, comme le maïs et le sorgho. Elle doit ensuite reposer sur un stockage accru de l'eau pendant la saison humide en vue de son utilisation pendant la saison sèche. Le débit des cours d'eau de l'Afrique occidentale est très sensible à la répartition temporelle des précipitations.

Lorsque la même quantité de pluie tombera pendant une période plus courte, comme les projections climatiques le suggèrent, le débit augmentera considérablement. Aussi, dans ces circonstances, la recharge des nappes phréatiques se fera correctement. Le stockage des eaux de ruissellement dans de petits réservoirs pourrait constituer une partie importante de l'adaptation au changement climatique. L'usage extensif des eaux souterraines (peu profondes) pendant la saison sèche pourrait constituer une seconde et très complémentaire stratégie d'adaptation. La construction de grands barrages s'avèrerait probablement moins efficace en raison de l'absence de relief et de la tendance à opter pour un développement décentralisé dans la plupart des pays de l'Afrique occidentale. Le raccourcissement de la saison des pluies aura une incidence sur l'agriculture pluviale, qui n'est autre que la principale forme de production alimentaire dans la région. L'utilisation des eaux de surface et souterraines pendant la saison sèche pourrait en partie compenser ces effets négatifs. La réussite de ces stratégies d'adaptation dépendra dans une large mesure des développements institutionnels et socio-économiques de la région.

MOTS CLÉS:

Afrique de l'Ouest, saison des pluies, changement climatique, adaptation au climat.

L'ADAPTATION À LA PÉNURIE D'EAU EN EUROPE

Wolfram Mauser et Tobias Hank

RÉSUMÉ:

Selon les projections du GIEC, l'Europe s'apprête à être confrontée au cours de ce siècle à des variations considérables du régime des précipitations en termes de répartition et de quantité. Cela se traduira par une polarisation accrue de la disponibilité de l'eau entre le nord, où il est prévu que les pluies augmentent, et le sud, où il est prévu qu'elles se fassent de plus en plus rares. Les résultats issus d'une modélisation régionale couplée pour l'étude des impacts climatiques, simulant la réaction du régime d'écoulement du bassin montagneux du Haut Danube aux changements climatiques escomptés, montrent dans le cadre de cette étude de cas que le régime hydrologique des

cours d'eau des montagnes du centre et du sud de l'Europe est susceptible de changer radicalement. Les conséquences observées sont les suivantes : un débit beaucoup plus bas et des conditions d'étiage plus sévères, un moindre potentiel hydraulique et des besoins croissants en eau d'irrigation. Des solutions d'adaptation reposant sur le changement de mode de fonctionnement des structures de retenue existantes sont envisagées.

MOTS CLÉS:

Changement climatique, hydrologie des montagnes, PROMET, régime d'écoulement.

Conclusions et Recommandations

MAIN CONCLUSIONS

1. Selon le quatrième rapport d'évaluation du GIEC, le réchauffement climatique ne fait plus aucun doute, comme en témoignent l'élévation de la température moyenne de la surface du globe et des océans, la fonte généralisée de la neige et des glaciers, ainsi que l'élévation du niveau de la mer observées. De nombreuses observations effectuées sur l'ensemble des continents et des océans confirment que bon nombre des écosystèmes subissent les effets des changements climatiques régionaux et notamment de l'élévation des températures. Le niveau de confiance concernant la réalité des effets ci-après énoncés est élevé : augmentation du débit avec un débit de pointe précoce au printemps dans de nombreux cours d'eau alimentés par la fonte des neiges et des glaciers et le réchauffement des lacs et des rivières dans de nombreuses régions, ayant un impact sur la structure thermique et la qualité de l'eau. Dans la plupart des cas étudiés, l'augmentation de la moyenne mondiale des températures depuis le milieu du XXe siècle est très probablement due aux plus grandes concentrations de gaz à effet de serre (GES) anthropiques observées. Les émissions constantes de GES aux mêmes taux qu'aujourd'hui ou à des taux supérieurs sont susceptibles de se traduire par un réchauffement accru et d'entraîner au cours de ce XXIe siècle de nombreux changements climatiques plus importants encore que ceux observés au cours du XXe siècle. Même en cas de stabilisation des concentrations de GES, le réchauffement anthropique et l'élévation du niveau de la mer persisteront probablement plusieurs siècles en raison des échelles temporelles associées aux processus et aux rétroactions climatiques.

Il est probable que le réchauffement planétaire altère le cycle de l'eau. De fait, le changement climatique a déjà une incidence sur les ressources hydriques. Cette incidence sera toujours d'actualité dans le futur et les effets seront en grande partie négatifs. Les effets du changement climatique seront perceptibles dans la quantité et la qualité de l'eau disponible et dans la fréquence accrue des inondations et des sécheresses. Les précipitations moyennes mondiales devraient augmenter, mais leur distribution spatiale ne sera pas uniforme. Les régions arides deviendront encore plus arides en raison de l'élargissement de la ceinture de haute pression subtropicale. Les ceintures de précipitations situées aux latitudes moyennes se déplacent vers les pôles. Au centre de l'Europe, le cycle saisonnier se modifie avec plus de précipitations en hiver et moins en été. Les précipitations se feront plus nombreuses dans les tropiques. La tendance est à l'intensification des précipitations et à de plus longs épisodes de sécheresses. Le régime des pluies dans les régions semi-arides (comme le bassin Méditerranéen) est extrêmement difficile à modéliser en raison de leur grande variabilité spatiale et temporelle et de la complexité du terrain. Par conséquent, les projections basées sur un scénario peuvent ne pas s'avérer faisables ou pertinentes pour toutes les régions. Dans ce cas, il est impératif d'adopter des mesures probantes, indépendamment de ce que réserve le climat.

2. L'intensification du cycle hydrologique se traduit par des inondations et des sécheresses plus fréquentes et/ou extrêmes. Les sécheresses sont d'autant plus inquiétantes dans les régions arides et semi-arides que leur étendue et leur durée sont plus importantes. Des techniques sont en cours de développement pour faciliter la détection ra-

pide et précoce des sécheresses, en vue d'atténuer ainsi leur impact sur l'agriculture et de prévenir une éventuelle famine. Des variations ont été observées en termes de risques d'inondations ; ces variations dues à différents facteurs seront probablement encore plus importantes dans le futur. La capacité de rétention d'eau dans l'atmosphère a augmenté avec l'élévation des températures et le risque d'inondations n'en est que plus accru. En revanche, la quantité et l'intensité des inondations attribuables à la fonte des neiges et aux embâcles se sont vues décroître dans une bonne partie de l'Europe. Afin d'anticiper les changements futurs en ce qui concerne les inondations, les pays ont peu à peu recours à des méthodes destinées à réduire les risques d'inondations, comme le système de cartographie national des zones inondables dans le cas de l'Espagne.

3. La fonte rapide et considérable de la neige et de la glace terrestres est en grande partie attribuable au réchauffement de la planète. Cela inclut la forte diminution de la glace marine arctique, la réduction de la couverture neigeuse, particulièrement dans l'hémisphère nord, le recul considérable des glaciers et leur amincissement, la dégradation du pergélisol et l'accélération du flux de glace résultant de l'effondrement d'une bonne partie des barrières de glace du Groenland, de l'Ouest Antarctique et de la péninsule Antarctique. Les impacts sont déjà visibles, par exemple, dans les ressources en eau des bassins situés dans les glaciers, l'élévation du niveau de la mer, les changements des risques liés aux glaciers dans les régions montagneuses et les écosystèmes des régions polaires et montagneuses.

Les changements qui ont lieu dans la cryosphère peuvent être illustrés par le recul des glaciers dans les Pyrénées espagnoles, reliquats des anciennes glaciations du sud de l'Europe. Au cours des 25 dernières années, (de 1982 à 2007), ils ont perdu les 2/3 de leur surface (passée de 595 ha à 206 ha) et de leur volume (passé de 107 hm³ à 30 hm³).

Les zones humides offrent à l'homme de très nombreux biens et services écosystémiques, d'une

valeur de l'ordre de 14 mille milliards de dollars par an (soit 50 % de la valeur totale fournie par l'ensemble des écosystèmes de la biosphère). Les zones humides sont des trésors de biodiversité. Malgré cette importance, elles sont en proie à une forte dégradation qui semble progresser plus vite que dans d'autres écosystèmes. Les facteurs non climatiques, comme la pollution, l'eutrophisation, le morcellement des habitats et les prélèvements d'eau, entre autres, sont les principaux responsables de cette dégradation. Mais le changement climatique entraînera très probablement des changements brusques et importants auxquels il sera difficile, coûteux, voire impossible de remédier.

4. Dans les prochaines décennies, les changements que connaissent le climat et la société se traduiront par une transformation accrue des ressources en eau mondiales. Mais l'intensité et les types de risques varieront considérablement d'une région à l'autre.

► Le réchauffement climatique a déjà accéléré le rythme de la fonte des glaciers dans les Alpes, l'Himalaya et d'autres parties du globe. Dans un premier temps, le débit des cours d'eau alimentés par cette fonte augmentera. Mais, à long terme, la disparition progressive des glaciers entraînera la diminution du débit et compromettra par conséquent l'approvisionnement en eau en aval.

► Les variations des régimes de précipitations altéreront les apports d'eau douce vers les estuaires (qui augmenteront ou diminueront suivant les régions) et cela se traduira par une perturbation des écosystèmes littoraux.

► La pénurie d'eau imputable au changement climatique s'aggraverait dans certaines parties du monde comme le sud de l'Europe, le nord-est du Brésil et l'Afrique australe.

► En Europe, les précipitations se feront plus nombreuses, particulièrement en hiver, et augmenteront très probablement de ce fait la fréquence des inondations dans le centre et le nord du continent.

Il est probable que le changement climatique et certains facteurs socio-économiques entraînent, ensemble, un stress hydrique accru dans environ

les deux tiers ou les trois-quarts des bassins versants du monde entre 2000 et 2050.

Le réchauffement climatique ne fait plus aucun doute et aura des impacts sur la disponibilité et la qualité des ressources en eau. Il est maintenant grand temps d'agir. La société doit immédiatement prendre des mesures contre ces risques, aussi bien à l'échelle locale que mondiale. Cela implique la recherche de nouveaux modes de gestion de l'eau à l'échelle mondiale à travers de nouvelles institutions et conventions internationales. L'accentuation du stress hydrique ne fera qu'aggraver les problèmes liés à l'eau. Tous les gouvernements doivent donc s'assurer que leurs infrastructures, au même titre que leurs approches politiques et institutionnelles touchant aux domaines légal, technique et économique en matière de gestion et de service d'eau, sont adéquates. La gestion intégrée des ressources en eau offre un cadre propice à l'adoption de mesures d'adaptation.

5. Les changements dans le cycle de l'eau auront très probablement une incidence majeure sur la sécurité alimentaire mondiale. Dans de nombreuses régions au climat de type Méditerranéen (Europe, Australie et Amérique du Sud), ainsi que dans les zones tropicales marginales au climat aride et semi-aride, en particulier en Afrique subsaharienne, il est prévu que la disponibilité des ressources en eau diminue de façon significative dû au changement climatique. En général, tandis qu'une augmentation modérée de la température locale (de l'ordre de 1 °C à 3 °C), associée à une plus grande concentration de CO₂ et une augmentation des précipitations, pourrait s'avérer bénéfique pour les rendements agricoles, un très léger réchauffement (de l'ordre de 1 °C à 2 °C) dans les zones tropicales ou les régions saisonnièrement sèches auraient un impact négatif sur cette production agricole. Une baisse de la production alimentaire mondiale est escomptée, mais il se peut que les changements dans cette production diffèrent d'une région à l'autre (avec une augmentation dans les pays des hautes latitudes et une réduction dans les pays des moyennes et basses latitudes). Les besoins mondiaux en eau d'irrigation augmenteront également de façon significative (plus particulièrement dans les pays

développés). Les zones cultivables et la période de croissance des cultures seront affectées : a) les zones de production végétale se déplaceront probablement vers les pôles, b) les cultures de céréales et de protéagineux, par exemple, auront un cycle de vie plus court.

La concurrence entre l'usage agricole et environnemental et l'usage résidentiel et industriel de l'eau sera probablement accrue, particulièrement dans les régions les plus peuplées. Il y aura une pression croissante pour maximiser la valeur du rendement par litre d'eau utilisé des cultures irriguées via des changements dans les types de cultures, la gestion de l'irrigation, l'usage de nouvelles techniques (comme l'irrigation au goutte à goutte souterraine), le changement de lieu de l'activité, les infrastructures (comme les barrages) et des accords institutionnels. Ces changements seront pour la plupart exigés par les impacts résultant des années de sécheresses extrêmes.

La variabilité climatique est une caractéristique inhérente aux prairies. Elles connaissent toutefois des régimes de précipitations de plus en plus extrêmes, et cela ne fera qu'empirer avec le temps. La productivité primaire et limitée dans la plupart des prairies par la disponibilité de l'eau. Même les variations les plus imperceptibles peuvent avoir des impacts majeurs sur la productivité des prairies.

6. L'eau est un secteur clé, essentiel aux autres secteurs ; aussi les impacts qu'elle subit peuvent-ils affecter les autres secteurs par un effet de cascade. Les secteurs économiques qui seront probablement les plus touchés seront ceux de l'agriculture (augmentation de la demande en eau d'irrigation), de l'énergie (diminution du potentiel en matière d'énergie hydraulique et de la disponibilité en eau de refroidissement), de la santé (dégradation de la qualité de l'eau), des loisirs (tourisme lié à l'eau), ainsi que ceux de la pêche et de la navigation. Les premières estimations des impacts économiques résultant d'une diminution de la disponibilité de l'eau dans les régions en développement indiquent que si des mesures d'adaptation ne sont pas prises, il faut s'attendre à un ralentissement de la croissance et du développement. L'adaptation est une solution clé au problème du secteur de l'eau, et le

soutien permanent aux pays en voie de développement est impératif en vue de réduire les vulnérabilités. La variable économique a trop longtemps été ignorée. Une analyse économique permet toutefois de fournir des informations utiles aux décideurs pour une affectation efficace des ressources.

Dans une perspective d'adaptation dans le secteur de l'eau, la réduction des vulnérabilités des populations et des sociétés doit être prioritaire. La pénurie d'eau en cette époque de mondialisation est tout autant influencée par les politiques de l'eau que par les variations physiques de cette ressource. Le changement climatique interagit avec d'autres facteurs liés à la mondialisation, ne faisant qu'accroître la vulnérabilité de nombreuses populations aux extrêmes du climat et à la pénurie d'eau. La marchandisation de l'eau en particulier est susceptible de creuser les inégalités en termes d'accès à l'eau. Les implications pour le bien-être et la sécurité des hommes sont majeures.

Relever les défis du changement climatique ne peut se faire sans accroître la capacité d'adaptation des régimes de gouvernance de l'eau. Des stratégies solides donnant de bons résultats face à des développements au départ incertains mais possibles dans le futur s'avèrent nécessaires. Coopération et décisions à l'échelle mondiale sont de mise pour faire face au changement climatique, au même titre que le partage des enseignements tirés. Il n'y a pas de panacée technique ou institutionnelle, seulement un besoin de gestion adaptative et d'« approche de diagnostic » en vue de développer et de mettre en œuvre des mesures d'adaptations adaptées à chaque contexte politique, environnemental et culturel.

7. Bon nombre de régions du globe sont déjà touchées par la sécheresse et la pénurie d'eau. Le réchauffement planétaire ne fera qu'aggraver cette situation. La pénurie d'eau est une question étroitement liée à la pauvreté et à la durabilité. Les mesures d'adaptation et d'atténuation doivent être considérées comme des réponses complémentaires au changement climatique. Les stratégies d'adaptation doivent proposer des moyens pour une plus grande efficacité et une meilleure gestion de l'utilisation de l'eau.

L'adaptation au changement climatique devrait être placée au centre de l'agenda politique international en matière de lutte contre la pauvreté. Les approches d'adaptation actuellement développées dans de nombreux pays reposent sur l'idée d'utiliser une stratégie « à l'épreuve du climat ».

Le changement climatique pose un défi conceptuel majeur aux gestionnaires de l'eau étant donné qu'il n'est plus raisonnable de penser que les conditions de notre passé hydrologique seront les mêmes dans le futur. Des exemples tirés de deux études de cas portant sur les bassins du Colorado et d'Okanagan montrent que le contexte politique, le dialogue et un cadre propice à la collaboration facilitent l'adaptation. Certains contextes favorisent l'adoption de changements en matière de gestion des risques liés au climat, notamment lorsque : (1) un événement majeur (climatique, juridique ou social) survient et sensibilise une grande partie de l'opinion publique ; (2) les instances dirigeantes et le public sont engagés ; et (3) les bases pour une recherche et une gestion intégrées sont jetées. L'habileté des praticiens à exploiter les données et à confronter les affirmations scientifiques avec leurs propres connaissances constitue un élément clé dans le développement de ce cadre intégré. La recherche en matière d'adaptation au climat et la pratique en matière de gestion de l'eau évoluant sans cesse, il devient absolument nécessaire de développer des approches interactives entre la politique, les opérations et la recherche pour tirer parti des nouvelles opportunités d'apprentissage.

8. La gestion des ressources hydriques est confrontée à d'importants obstacles dans de nombreuses régions du globe en voie de développement, dépourvues de structures politiques intégrées. À l'échelle locale et régionale, le changement climatique peut avoir des impacts très différents sur la disponibilité et les besoins en ressources hydriques.

En Afrique occidentale, la saison des pluies commence de plus en plus tard. La fin de la saison des pluies, au même titre que le total des précipitations, semble en revanche plus ou moins fixe. Aussi est-il probable que l'intensité de la saison des pluies augmente, avec tout ce que cela impli-

que du point de vue de la gestion de l'eau.

Au Moyen-Orient et en Afrique du Nord, où les ressources en eau sont déjà rares, la croissance démographique, le manque d'infrastructures et la diminution des précipitations escomptée dans le futur auront un impact accru sur la qualité et la quantité d'eau disponible en milieu urbain et rural. L'adoption de mesures est nécessaire en vue de faire face, aussi bien dans l'immédiat qu'à long terme, à la pénurie d'eau dans cette région. Il est essentiel que les décideurs politiques reconnaissent la nature universelle de la gestion de l'eau et notamment l'importance de leur responsabilité en la matière.

D'autres régions du globe, comme la plupart des pays d'Amérique latine, où les ressources en eau n'étaient pas si rares, font maintenant face à d'importants défis. Les changements induits par le recul des glaciers, comme dans les Andes, mettent en évidence le besoin d'adopter dès à présent des mesures d'adaptation. Parmi les autres vulnérabilités induites par le changement climatique, citons la fragilisation des zones humides côtières du Mexique, la salinisation probable des aquifères dans les Caraïbes et la dégradation des Páramos de Colombie. Des stratégies d'adaptation doivent être définies en vue de réduire ces vulnérabilités au changement climatique.

9. Dans les régions développées, comme l'Europe, dotées de structures politiques intégrées, mais où l'intégration de ces politiques se poursuit encore, le changement climatique est synonyme de défis à relever en termes de gestion des ressources hydriques.

Au sud et au centre de l'Europe, des variations considérables en termes de quantité et distribution des précipitations sont escomptées. Le changement climatique entraînera une pénurie d'eau accrue dans cette région dont le climat se fera de plus en plus Méditerranéen. Tandis que l'Europe du sud a déjà dû s'adapter à ce genre de situation par le passé, la pénurie d'eau constitue un phénomène nouveau pour l'Europe centrale. Le principal impact de ces variations sera certainement la diminution de la quantité de neige stockée, assortie d'une évaporation accrue. De nouvelles

stratégies d'adaptation, reposant sur le recours à l'irrigation et la construction de nouvelles retenues, devront donc être envisagées dans le sud et le centre de l'Europe.

Les pays situés au sud-est de l'Europe, qu'ils soient nouveaux membres, candidats ou candidats potentiels à l'adhésion à l'Union européenne, doivent supporter des investissements coûteux pour respecter certaines conditions et obligations fixées par l'UE alors qu'ils sont confrontés à une diminution des précipitations et à d'autres changements hydrologiques majeurs.

Dans des pays comme l'Espagne, qui sont arides ou semi-arides, le changement climatique aura un impact sur la quantité et la qualité de l'eau disponible. La recharge des aquifères sera réduite et le risque de sécheresse sera accru. Il est très probable que la pénurie d'eau augmente dans les régions qui sont déjà vulnérables. Des mesures d'adaptation ont déjà été adoptées en vue de faire face à la future diminution des ressources en eau.

IMPLICATIONS POUR LA GESTION DE L'EAU

1. L'adoption de mesures d'adaptation et d'atténuation compatibles avec le développement durable sera nécessaire. Des mesures à moindre coût et « à moindre regret » peuvent être dès maintenant mises en œuvre afin de faire face au changement climatique.

Aux moyennes latitudes, la baisse des précipitations en été et leur augmentation en hiver exigent le renforcement des systèmes de stockage et de distribution. Des épisodes de pluies plus intenses sont susceptibles d'entraîner une érosion accrue du sol et des inondations éclair. Des mesures adaptées, comme la construction de retenues et de digues, doivent par conséquent être adoptées.

Au nombre des solutions d'adaptation « à moindre regret » figurent la protection des sources (contre la pollution, par exemple), l'amélioration des prédictions pluies-débit et des systèmes de survei-

llance, une meilleure gouvernance de l'eau, le développement de cultures résistantes à la sécheresse et l'optimisation des systèmes de récupération de l'eau.

2. L'allongement des périodes de sécheresse exige la mise en place d'une gestion de l'eau sophistiquée. Des systèmes d'alerte précoce de pointe pour les sécheresses et les inondations doivent être développés.

Dans de nombreuses régions, le risque d'inondations sera probablement accru et exige par conséquent une meilleure anticipation de ces événements. Les stratégies possibles sont les suivantes : se protéger, s'adapter ou battre en retraite. Les directives européennes relatives aux inondations appellent les membres de l'UE à évaluer et à gérer les risques d'inondations.

Au cours de ces quarante dernières années, les pertes économiques mondiales annuelles résultant des inondations, compte tenu de l'inflation, ont augmenté d'un ordre de grandeur, et cela est source de grandes inquiétudes dans le monde entier.

3. La perte de masse glaciaire exige une nouvelle forme de gestion des cours d'eau alimentés par les glaciers.

Comprendre la structure et la fonction actuelles des zones humides et la façon dont les changements anthropiques peuvent les affecter peut s'avérer un outil très précieux pour les responsables de la gestion de l'environnement, et plus encore si l'on est en mesure d'identifier les signes d'alerte précoce de dégradation des zones humides (par la vulnérabilité des espèces par exemple). Protéger le patrimoine écologique des zones humides revient à préserver la quantité et la qualité de l'eau dont dépendent ces écosystèmes.

4. La société doit trouver une solution pour faire face à ces risques qui menacent les ressources en eau de la planète et cette solution doit être valable aussi bien à l'échelle locale que mondiale. À l'échelle mondiale, trois priorités se dégagent. Il nous faut tout d'abord réduire le risque immédiat pour la société par l'instauration étendue de systèmes d'alerte précoce de sécheresses

et d'inondations. Il nous faut ensuite approfondir nos connaissances concernant les transformations en cours dans les systèmes hydrologiques mondiaux en élargissant le champ de téléobservation de la terre et en menant de nouvelles expériences et études sur le terrain à grande échelle. Enfin, nous devons assurer la protection à long terme de la nature et de la société en renforçant la gouvernance mondiale de l'eau. Cela implique la recherche de nouveaux modes de gestion de l'eau à l'échelle mondiale à travers de nouvelles institutions et conventions internationales. Ces actions sont de la plus haute priorité car les changements universels qui affectent le système hydrologique mondial nécessitent de la part de la société une réponse tout aussi étendue.

La gestion de l'eau devra faire face aux variations que subiront les ressources en eau et les services d'eau en raison du changement climatique. Une bonne gestion de la nouvelle donne concernant l'offre et la demande sera nécessaire. La garantie de l'offre reposera sur le renforcement des structures de stockage et sur la désalinisation. Les mesures visant à influencer la demande reposeront quant à elles sur l'amélioration l'efficacité de l'utilisation de l'eau, la fixation des prix, des campagnes en faveur de la conservation de l'eau et des plans d'affectation. Il convient de développer pour chaque région du globe un ensemble de mesures offre/demande spécifiques à leurs conditions.

5. Il convient d'évaluer les coûts et les bénéfices de toutes les options possibles en ce qui concerne les cultures vivrières afin de révolutionner l'utilisation de l'eau dans l'ensemble du système pour faire face au changement climatique. L'adoption de techniques (comme l'irrigation au goutte à goutte), de systèmes de stockage et de distribution plus efficaces devient impérative dans les exploitations. Il est par ailleurs nécessaire d'investir dans la nouvelle génération d'approches pour optimiser l'efficacité de l'utilisation de l'eau dans l'ensemble du secteur agricole.

Une gestion de qualité passe nécessairement par une bonne compréhension de la situation. Toutefois, dans de nombreux systèmes environnementaux, comme les zones humides, nous ne sommes pas en

mesure de savoir comment le futur climat affectera la production et comment gérer ce changement.

6. Les pays doivent prendre des mesures en vue de s'adapter au changement climatique et faire face à ses impacts, au nombre desquels figurent, entre autres, la pénurie d'eau, la réduction du potentiel hydraulique, la diminution de la capacité de navigation, la diminution de la production alimentaire, l'augmentation des besoins en eau, la multiplication des risques naturels, comme les incendies de forêts, et des pertes qui s'ensuivent généralement. Afin de faire face aux éventuels impacts économiques, le renforcement de la capacité locale d'analyse économique s'avère nécessaire. Il convient de commencer à estimer dès à présent les impacts économiques en vue de guider les décisions futures.

La gestion de l'eau doit prendre en considération à la fois le changement climatique et les politiques commerciales afin de faire face à la pénurie d'eau à l'échelle individuelle et communautaire. Les différentes perspectives et les différentes approches existantes en matière de pénurie d'eau mettent en évidence différents types d'intérêts. Le rôle de nouveaux acteurs et leur façon de faire face aux risques climatiques, ainsi que les impacts sociaux des phénomènes extrêmes liés à l'eau devraient être pris en considération dans la gestion de l'eau.

La transition vers une gestion de l'eau adaptative qui favorise les approches tenant compte de la complexité et de l'incertitude doit être majeure. Le renforcement des compétences des professionnels de l'eau est nécessaire pour former une nouvelle génération d'ingénieurs et de professionnels armés pour faire face aux nouveaux paradigmes des incertitudes relatives à l'eau.

7. Le développement d'un cadre intégré propice à la gestion des ressources en eau dans le contexte du changement climatique exige la formulation d'approches croisées. Il convient de :

- ▶ mettre en place des mécanismes d'anticipation par la coordination au sein des plans de développement (gestion adaptative dans des plans intégrés de bassins et de zones côtières) ;
- ▶ développer des déclencheurs de gestion de risques climatiques en vue de favoriser l'alerte précoc-

ce d'éventuels conflits entre les différents secteurs d'usage de l'eau (agriculture, environnement, etc.) ;

- ▶ développer et utiliser des technologies de l'eau efficaces ;
- ▶ inciter les communautés et les pays, les praticiens et les chercheurs à mettre en pratique les informations relatives au climat par le biais de mécanismes participatifs ;
- ▶ investir dans la création d'emplois pour l'adaptation au changement climatique au sein des collectivités locales et des services liés à l'eau, intégrée dans la planification à long terme de la durabilité.

8. Les conséquences du changement climatique diffèrent d'une région à l'autre. Dans les régions tropicales, comme l'Afrique Centrale, le raccourcissement et l'intensité accrue de la saison des pluies se traduiront par les implications suivantes :

- ▶ le raccourcissement (accru) de la période de croissance, exigeant de nouveaux types de cultures principales.
- ▶ l'augmentation du débit des cours d'eau, offrant la possibilité d'un plus grand stockage dans les réservoirs.
- ▶ la recharge des nappes augmentera, offrant ainsi la possibilité d'utiliser les eaux souterraines (peu profondes) pour l'irrigation.
- ▶ les inondations, plutôt rares jusqu'à présent, deviendront probablement plus fréquentes, comme en 2007.

Les régions du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord doivent adopter des mesures d'envergure pour une réforme durable du secteur de l'eau. Au nombre de ces mesures, outre les améliorations techniques des réseaux de captage, d'approvisionnement en eau et d'assainissement, figurent l'accélération du rythme des réformes par l'implication d'autres secteurs non liés à l'eau (médias, universités, politique, etc.), la recherche de moyens de changer l'économie politique et la transformation des promesses en réalité, en renforçant l'obligation publique de rendre des comptes.

Dans les pays en voie de développement d'Amérique latine, les gouvernements doivent re-

cueillir davantage de données et développer des outils et des institutions pour faire face aux impacts du changement climatique observés. Le changement climatique détourne les ressources économiques des investissements destinés à d'autres priorités institutionnelles. De nombreuses informations supplémentaires doivent être obtenues des projets pilotes et des initiatives précoces en cours afin d'évaluer les transferts de ressources que devront opérer les pays développés pour réduire les dépenses fiscales et d'investissement qu'exige la réduction des impacts du changement climatique.

9. Dans les régions confrontées à une pénurie d'eau toujours plus accrue, comme le sud et le centre de l'Europe, la gestion des réservoirs et la gestion de la production d'énergie hydraulique doivent être repensées afin de sécuriser la voie des investissements dans de nouvelles infrastructures. L'affectation de l'eau disponible pour les usages en amont et en aval devrait être étudiée dans des conditions de pénurie accrue (par exemple, il est préférable de réserver l'eau disponible en amont à l'irrigation ou de réduire la production agricole en amont afin de ne pas réduire le débit en aval et utiliser l'eau pour l'irrigation en aval).

Dans les plans d'investissement des pays qui adaptent leur réglementation pour satisfaire aux normes environnementales de l'UE devront aussi figurer les toutes premières données de ce qui commence à émerger de la science du climat. Il sera nécessaire, afin de comprendre et de répondre de manière à faire face aux risques et aux incertitudes, de mettre en place des partenariats entre les pays, les institutions internationales et les parties prenantes. Les avancées en matière de réduction et de gestion des risques de catastrophes peuvent être bénéfiques à court et à long terme à mesure que les connaissances climatiques sont affinées.

Le changement climatique doit être pris en considération dans la planification hydrologique en vue d'une meilleure adaptation à ses impacts. Des pays comme l'Espagne exigent que les futurs plans hydrologiques de chaque région tiennent compte des impacts prévisibles du changement climatique sur leurs ressources en eau.

QUELS BESOINS POUR L'AVENIR ?

1. Pour que l'adaptation soit efficace, il nous faut des prévisions fiables concernant la façon dont les pluies (et les précipitations) évolueront à l'échelle régionale. Nous devons disposer d'un réseau solide et continu de stations d'observation afin de comprendre les changements climatiques (et en particulier les précipitations) actuels.

Il convient de concevoir et d'améliorer des modèles climatiques pour réaliser des simulations de bassins hydrographiques de la région. Les scénarios pour l'avenir doivent être plus réalistes. Afin de surveiller le cycle hydrologique, il faut effectuer des mesures dans des régions reculées du monde.

2. Il est fondamental de mettre un terme à la déliquescence des réseaux d'observation et d'améliorer la qualité de la surveillance de référence afin de mieux comprendre les changements environnementaux. Grâce au recueil de données en temps réel et aux prévisions saisonnières, la société pourrait être mieux préparée aux événements extrêmes comme la sécheresse et les inondations.

Dans le contexte multifactoriel actuel (modifications des systèmes socio-économiques, terrestres et climatiques), il convient de détecter les dangers et les risques d'inondation et d'en identifier les causes. Dans un monde en constante mutation, il faut élaborer une méthodologie d'évaluation de la fréquence des inondations et réduire les incertitudes.

3. Les couches de neige et de glace présentes dans les massifs montagneux et les régions polaires devraient faire l'objet d'une attention accrue, en particulier dans le cadre des changements climatiques en cours. Étendre les connaissances dans ce domaine renforcera notre capacité de prédiction qui est un élément fondamental de la planification future. Les politiques d'adaptation et d'atténuation seront ainsi améliorées, ce qui aura un effet bénéfique évident pour la société.

Dans les zones humides, il faut mettre en place des programmes de surveillance écologique à long terme (> 10 ans) qui serviront de référence pour la

détection d'éventuelles variations imputables aux changements climatiques. Il faut améliorer la connaissance que nous avons de l'organisation et du fonctionnement des écosystèmes, en particulier des seuils critiques à partir desquels l'écosystème évolue vers un nouvel état (en général inconnu ou imprévu). Il convient d'anticiper l'incidence de l'évolution climatique sur les besoins des espèces et des écosystèmes, afin également d'améliorer l'efficacité des modèles de prédiction des changements climatiques régionaux (locaux).

4. Pour mieux comprendre les nouvelles menaces que les changements climatiques font peser sur les ressources hydriques, il est important de : créer une base de connaissances scientifiques solide, renforcer la légitimité politique pour permettre l'élaboration de réglementations, encourager la sensibilisation du public et son soutien en faveur des mesures, concevoir des mesures adaptées au niveau local.

5. Afin de mieux appréhender la production alimentaire à venir, il convient de réaliser une estimation intégrée de l'évolution climatique et de l'utilisation de l'eau en agriculture dans le contexte d'autres changements, comme celui de la demande alimentaire. Il faut également évaluer le rôle des variations de fréquence et de gravité des événements climatiques extrêmes sur les réponses culturelles et analyser la réaction aux changements climatiques des cultures qui revêtent une importance particulière pour les populations rurales (les plantes racines et le millet par exemple). Dans un climat en mutation, les interactions entre les cultures, les mauvaises herbes, les parasites et les maladies doivent être mieux comprises. Il faut étudier le rôle des techniques traditionnelles et biotechnologiques de lutte contre la sécheresse, la chaleur et d'autres problèmes liés au climat. Nous avons besoin d'une science réglementaire qui nous indique par quels moyens faire face aux changements actuels.

De plus amples recherches, aussi bien empiriques qu'en termes de modélisation, sont nécessaires afin de mieux prévoir les futurs services des écosystèmes des prairies et de tout autre écosystème naturel.

6. L'estimation des coûts et des bénéfices par secteur, par type de risque et par niveau doit être améliorée. Il faut identifier les méthodologies qu'il convient d'appliquer pour réaliser des analyses économiques portant sur l'adaptation dans le domaine de l'eau.

Nous devons étudier la façon dont les compagnies privées de distribution d'eau prévoient de s'adapter aux changements climatiques et la façon dont ces réponses affecteront l'accès à l'eau et sa disponibilité pour les peuples les plus vulnérables à l'évolution du climat. Quelles seront les conséquences sociales d'un accès à l'eau de plus en plus inégal et de quelle façon ces conséquences pourront-elles être prises en charge par la communauté internationale ?

Il convient de créer, au niveau international et à l'échelle mondiale, une base de données et un réseau de recherche sur la gouvernance de l'eau afin d'aider à l'élaboration de recommandations, de déterminer la façon de les mettre en œuvre et de soutenir une gouvernance de l'eau adaptative et durable. Il convient également de discuter des incertitudes et des nouvelles stratégies de gestion des risques systémiques liés aux changements climatiques et mondiaux.

7. Un dialogue intense et permanent entre les différents usagers de l'eau est nécessaire à la mise en œuvre de mesures d'adaptation bénéfiques pour tous. Il existe de nombreuses illustrations d'évaluations de la situation et de représentation technique des problèmes d'adaptation relatifs aux changements climatiques qui ont fourni des enseignements prometteurs. Il faudrait néanmoins étudier de façon plus approfondie des modèles d'intégration alternatifs et des instances politiques supérieures capables de faciliter et de mieux soutenir cet enseignement, au-delà des projets de recherche individuels. Cela encouragerait ainsi la mise en place d'un service à long terme de co-production de connaissances relatives à la gestion et à la gouvernance de l'eau. Ce service permettrait d'établir un lien entre la compréhension des contextes réglementaires (tels que définis dans l'exemple du Colorado) et le soutien en faveur

d'un dialogue dynamique entre les chercheurs et les praticiens (comme dans le cas d'Okanagan). Ceci impliquerait a) de connaître les changements du système climatique ; b) d'évaluer l'acceptabilité des technologies et de la pratique adaptatives (l'utilisation de nouvelles technologies efficaces en matière d'eau), et c) de mieux comprendre les moyens d'améliorer la communication des différentes décisions d'adaptation à échelle croisée.

8. Les présentes études se réfèrent à des schémas historiques/relevés d'utilisation des sols. Le climat d'Afrique occidentale étant le résultat complexe de configurations atmosphériques locales et mondiales, il s'avère encore aujourd'hui nécessaire de réaliser des simulations climatiques fondées sur des schémas d'utilisation des sols réalistes.

Il faut mettre en place de nouvelles formations et renforcer les capacités dans les pays en voie de développement qui font face à des ressources en eau très limitées. Le Conseil arabe de l'eau, une organisation qui réunit des professionnels de l'eau de la région du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord, a créé à Abou Dhabi l'Académie arabe de l'eau afin de renforcer les capacités à relever les défis de taille en matière de gestion de l'eau.

9. Nous devons disposer d'outils d'analyse nous permettant de combiner, par exemple, des scénarios de changement climatique au niveau régional, des modèles hydrologiques, des modèles d'évaluation macro et micro-économiques et des prévisions démographiques. Il convient d'améliorer l'analyse de l'efficacité et de l'efficacité des solutions alternatives d'adaptation dans le domaine de l'eau. Nous devons mettre en place une collaboration transnationale plus étroite entre les pays qui se partagent des bassins hydrographiques. En matière de gestion des pénuries d'eau dans les bassins versants de l'UE, le mot d'ordre devrait être le partage des efforts.

Face aux changements climatiques imminents, il convient de mener de nouvelles études portant

sur les conséquences de l'évolution du climat sur l'eau, plus proches des régions concernées, et qui incluent les différents aspects du système hydrologique, y compris l'état à venir des écosystèmes d'eau.

AUTRES MESSAGES ÉMERGENTS

1. Il est difficile, voire impossible, d'envisager comment nous pourrions atteindre l'objectif de limitation du réchauffement planétaire à 2 °C fixé par l'Union européenne afin d'éviter un « changement climatique dangereux ». Dans les nouveaux scénarios d'émission actuellement en cours de développement, les scénarios d'atténuation les plus agressifs prévoient une variation de température de 2,0-2,4 °C une fois la stabilisation atteinte.

2. Actuellement, la mesure visant à ralentir le réchauffement de la planète la plus efficace consiste à limiter les émissions de gaz à effet de serre produits par la combustion des combustibles fossiles et d'autres sources d'énergie. Il s'agit d'un énorme défi que toutes les nations et tous les secteurs de la société se doivent de relever.

3. Le changement climatique est un thème fondamental pour les pays en voie de développement. Il s'agit d'une crise actuelle et non pas d'un risque à venir. L'adaptation est un élément clé du développement et elle doit avoir lieu dès maintenant. L'adaptation et l'atténuation vont de pair. L'énergie est au cœur de l'atténuation, tout comme l'eau est au cœur de l'adaptation. Il convient d'étudier avec attention les synergies existant entre ces deux principes. Nous devons agir au niveau local et intégrer des mesures relatives à l'eau à d'autres politiques sectorielles.

4. On s'attend à ce que le changement climatique multiplie les pressions qui pèsent sur l'approvisionnement en eau. La pénurie d'eau est déjà un problème dans les régions semi-arides du monde développé et en développement. Il est néces-

saire de s'adapter mais la capacité d'adaptation varie selon les pays. La transparence facilite l'adaptation.

5. Afin de détecter les changements et de surveiller la sécheresse, il convient d'améliorer les systèmes d'observation météorologique dans les pays en développement. Certains ont vu leur système se détériorer au cours des dernières années et ne sont par conséquent pas suffisamment armés pour faire face aux risques à venir.

6. Le changement climatique a des répercussions sur les biens et les services fournis par les systèmes naturels. Cela représente des changements inattendus auxquels notre expérience passée ne nous a pas préparés.

7. Des plans et des stratégies nationales doivent être élaborés afin d'intégrer la notion d'adaptation au changement climatique à toutes les politiques sectorielles. L'intégration est le meilleur moyen de prendre en charge l'adaptation. Les mesures d'adaptation doivent être mises en œuvre au fur et à mesure que les besoins sont identifiés. Dans certains cas, ces mesures sont urgentes.

8. Les mesures d'atténuation et d'adaptation doivent faire l'objet d'une interaction. L'adaptation peut s'avérer inutile si aucune mesure n'est prise pour stabiliser la concentration de gaz à effet de serre aux niveaux souhaités afin de neutraliser les changements climatiques.

REMARQUES FINALES

1. Le changement climatique existe bel et bien et continuera d'exister pendant longtemps encore. Le réchauffement intensifie le cycle hydrologique. Cela signifie qu'il va pleuvoir davantage sur Terre mais que les eaux de pluie seront inégalement réparties. De manière générale, les régions sèches deviendront encore plus sèches et les régions hu-

mides encore plus humides. On constatera une augmentation des phénomènes extrêmes liés à l'eau.

2. Les changements climatiques et la société transformeront radicalement le système mondial de distribution d'eau. Le domaine de l'eau doit tenir compte du fait qu'on ne peut pas envisager l'avenir en se basant uniquement sur les données recueillies dans le passé. Nous nous posons désormais une question sans précédent : comment programmer les actions futures ?

3. L'évolution mondiale des ressources en eau nécessite une réponse au niveau local et international. L'adaptation s'accompagne souvent de compromis entre les secteurs de l'eau en concurrence. L'un des objectifs de l'adaptation est par conséquent de minimiser ces compromis.

4. Les conséquences du changement climatique sont principalement véhiculées par l'eau. Les impacts sur l'eau produisent des effets en cascade sur de nombreux secteurs et peuvent interagir avec le phénomène de mondialisation. La gouvernance de l'eau doit être adaptée aux nouveaux défis posés par la pénurie d'eau et les risques hydrologiques engendrés par les changements climatiques et sociaux.

5. Un large fossé sépare la connaissance issue de la climatologie et l'élaboration de stratégies d'adaptation locales. Il faut donc de nouveaux experts en eau et des personnes qui joueraient pour la première fois le rôle d'interface entre les deux.

6. Les impacts du changement climatique sur les ressources en eau peuvent être lourds de conséquences sur le développement des nations et sur la lutte contre la pauvreté dans le monde. C'est en ce moment même que la crise a lieu, nous l'avons provoquée, et nous devons maintenant la résoudre.

Semaine Thématique 7

ÉCONOMIE ET FINANCES DE L'EAU

[Marchés de l'eau
Solutions financières
pour les pays émergents]

Document de synthèse⁹

Coordinatrice Générale: **Maestu Unturbe, Josefina¹**

Coordinateurs adjoints: **Sanchez Tamarit, Sici²; Gómez-Ramos, Almudena³; Rodríguez, Diego⁴**

¹ Coordinatrice de l'Analyse Économique de la DMA. Ministère de l'Environnement et du Milieu Rural et Marin (MERMA);

² Groupe d'Analyse Économique. Ministère de l'Environnement et du Milieu Rural et Marin

³ Professeur de l'Université de Valladolid. École Technique Supérieure des Sciences et Ingénierie Agronomiques.

⁴ Banque Mondiale

ANTÉCÉDENTS

Les symptômes de la pénurie d'eau dans le monde sont de plus en plus évidents. Ils se manifestent par le manque d'eau de qualité destinée aux villes et à la production alimentaire, dans les impacts de plus en plus prononcés sur le développement économique et dans la diminution constante d'eau permettant d'assurer la durabilité des écosystèmes fragiles, en particulier, et de l'environnement, en général. Le mauvais usage ainsi que l'absence de plans pour une meilleure utilisation physique et économique de l'eau sont des inerties qui doivent être éradiquées.

Il est essentiel d'examiner de nouvelles alternatives d'approvisionnement et d'options de gestion au-delà des options traditionnelles orientées vers l'offre. Dans le contexte de la gestion intégrée, l'une de ces options de gestion consiste en les instruments de marché. Les instruments de marché – d'autant plus viables là où la ressource est rare et la concurrence féroce – permettraient, entre autres impacts favorables, un accroissement de l'efficacité physique et économique de l'utilisation de l'eau, facilitant la séparation de la croissance économique et de l'utilisation des ressources en eau; une diminution des pressions des utilisations; la réallocation de son utilisation conformément à sa qualité; la diminution des tensions et des con-

flits et la production d'un meilleur développement intégral. Les expériences de mise en œuvre de ces instruments économiques dans différents bassins ont montré leur potentiel en tant qu'instrument d'allocation bien que certaines limitations et facteurs externes aient fait surface et devront être analysés et évalués.

OBJECTIF

Le premier objectif de cette Semaine Thématique était de diffuser le rôle des instruments de marché dans la gestion intégrée de l'eau en tant qu'instruments de réaménagement et d'utilisation efficace de la ressource, servant, par ailleurs, de complément à sa gestion gouvernementale et d'outil contribuant à la solution de conflits. Les Marchés de l'Eau ont pour fondement le transfert volontaire de droits d'eau- généralement après accord économique- à d'autres usages et usagers.

Le second objectif de la semaine thématique était d'analyser et de définir le mode de promotion d'un usage efficace de l'eau et le financement des investissements relatifs aux infrastructures hydrauliques.

⁹ Document élaboré d'après les exposés écrits, les présentations orales, les débats maintenus au cours des séances et de leur résumé préparé par les présentateurs, les intervenants et les coordinateurs avec le soutien de l'équipe de la Tribune de l'Eau.

CONTENIDO

Les quatre jours de la Semaine Thématique “Les Marchés de l'Eau dans la Gestion Intégrée de l'Eau” se sont déroulés de la manière suivante :

Durant la première journée, les problèmes et les priorités associés à l'usage présent et futur de l'eau ont été analysés; la raréfaction de l'eau et son accroissement donnant lieu à des conflits et des rivalités a été soulignée. Face à cette situation, il est impératif d'adopter de nouvelles politiques publiques et des gestions institutionnelles, de nouvelles solutions qui répondent correctement aux conditions présentes et à venir de pénurie et de conflit.

La seconde journée a été consacrée à l'examen des initiatives de politiques de l'eau et de changements institutionnels permettant un usage plus efficace de ressources limitées dans un cadre d'incertitude. Il a été question de nouvelles options et de modèles de gestion pour un usage plus efficace de l'eau- en tant que ressource naturelle et bien économique- non seulement dans le but d'en améliorer son allocation d'un point de vue quantitatif mais également qualitatif.

La troisième journée a revu les expériences de mise en œuvre des marchés de l'eau et l'état actuel de la situation; l'incorporation de facteurs extérieurs économiques au prix de l'eau à la perspective environnementale de cette pratique alors que les transferts d'eau sont importants et permanents.

Enfin, la quatrième journée s'est consacrée à la raréfaction croissante de l'eau et au rôle actuel des marchés de l'eau dans la gestion des situations de sécheresse et de soulagement des pressions sur les écosystèmes aquatiques en Espagne. A cette fin, la disponibilité de l'eau et l'effet du changement climatique ont été analysés; de même, une analyse de l'adaptation des politiques publiques de prospective et la modification des lois et des institutions gouvernementales ont été analysées; les expériences de modification du cadre juridique et institutionnel et d'utilisation des instruments de marché et le potentiel d'avenir ont été évalués.

RÉSULTATS OBTENUS

La Semaine Thématique s'est clôturée sur des propositions spécifiques visant à l'amélioration de l'application pratique et au développement des instruments économiques. Des instruments utiles pour gérer les périodes de pénurie et de sécheresse et pour développer des schémas d'allocation permettant d'affronter les problèmes de disponibilité de l'eau et de la protection des écosystèmes hydriques à long terme dans les régions où les problèmes de carence sont de plus en plus graves, ainsi que pour améliorer le financement des politiques de ressources en eau dans les pays émergents.

A) AXE THÉMATIQUE : MARCHÉS DE L'EAU DANS LA GESTION INTÉGRÉE

1.- Pénurie, risque et conflits pour l'eau

L'eau est un bien fondamental pour le développement durable, l'éradication de la pauvreté et de la faim et c'est un élément indispensable à la santé de l'homme. Cependant, selon le rapport de L'Eau et les Objectifs de Développement du Millénaire, il s'agit d'un luxe pour un habitant sur six et il est estimé que 40% de la population mondiale (2.600 des 6.500 millions de personnes qui peuplent la Planète) n'a pas accès aux systèmes d'assainissement élémentaire. Les maladies transmises par les eaux usées aggravent ces inégalités.

Dans les pays en voie de développement, le financement public est essentiel pour surmonter le déficit en eau potable et de l'assainissement. Pratiquement deux personnes sur trois n'ont pas accès à l'eau et subsistent avec moins de \$2 par jour. Des données qui signalent clairement la capacité limitée de la population en manque pour financer un accès convenable au moyen de sources privées.

Les impacts des sécheresses et des inondations ont des implications économiques, environnementales et sociales considérables (Cooley, 2006).

D'une part, ils affectent directement la vie humaine et la santé. La sécheresse en 1984 en Éthiopie, par exemple, causa presque un million de morts ou la sécheresse en 1941-1942 en Chine toucha environ trois millions de personnes qui moururent de faim. Plus récemment, la catastrophe de la Nouvelle Orléans dont les conséquences sont encore visibles aujourd'hui. En outre, les problèmes d'accès à l'eau potable s'accroissent, la provision en quantité et qualité de l'eau étant compromise. Ce fait affecte les secteurs les plus vulnérables, tels que le secteur agricole où les pertes de cultures peuvent donner lieu, dans certains cas extrêmes, à des situations de cherté alimentaire et de pertes d'emploi. D'autres effets et conséquences pourraient se traduire par un risque dans le bon fonctionnement des systèmes énergétiques dépendant de l'hydroélectricité, les mouvements migratoires des zones rurales aux zones urbaines, l'intensification des conflits régionaux pour l'usage des ressources disponibles et un accroissement de la pression sur les terres moins touchées, tel qu'il s'est produit au Kenya en l'an 2000.

La pénurie d'eau et la sécheresse sont un problème mondial auquel l'Europe ne peut échapper. Pendant trente ans, la sécheresse au sein de l'Union Européenne a augmenté de façon spectaculaire en fréquence et en intensité. Le nombre de zones et de personnes touchées par la sécheresse a augmenté de presque 20% entre 1976 et 2006. Le coût total de la sécheresse durant les trente dernières années s'élève à 100.000 millions d'euros. Le coût moyen annuel a quadruplé durant cette période (European Commission 2007).

La situation est très différente dans les pays riches où le développement économique, la population croissante et les modes de vie prépondérants exercent une pression de plus en plus forte sur des ressources en eau limitées. En même temps, nous observons une demande progressive de l'eau à l'état naturel qui donne lieu au développement de cadres légaux et de politiques de protection des eaux et de restauration des écosystèmes aquatiques.

Dans ce contexte de gestion difficile de ressources limitées sur lesquelles est aujourd'hui exercée une grande pression, nous devons faire face à un défi supplémentaire : le changement climatique.

Selon les conclusions du groupe de travail consacré à la physique du climat du Quatrième Rapport du Groupe Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC/IPCC) des Nations Unies –document approuvé par plus de 100 pays– le changement climatique est inexorable et provoquera des hausses de température durant le présent siècle d'entre 1,6 et 4 degrés, en fonction des mesures qui seront adoptées pour le combattre. Le réchauffement global aura des effets considérables sur la biodiversité, la montée du niveau de la mer ou la perte des glaces polaires ainsi que sur l'augmentation de la fréquence et de l'intensité de phénomènes extrêmes, tels que les sécheresses et les inondations.

Les effets du changement climatique et les désastres sont très différents dans les pays développés et non développés. Les pertes économiques sont plus importantes dans les pays riches, bien qu'en pourcentage du Produit Intérieur Brut, elles soient supérieures dans les pays plus pauvres où elles alimentent à nouveau le cycle de pauvreté et leur vulnérabilité. Les conséquences directes du déséquilibre dans l'accès à l'eau et l'augmentation croissante de la pression sont l'apparition de conflits pour l'eau qui dans de nombreux cas ont un caractère transfrontalier. Dans le cadre sociopolitique, les conditions hydro-climatiques en conjonction avec les situations extrêmes de pénurie peuvent exacerber les conflits latents pour l'eau. Du point de vue historique, la gestion de la sécheresse et des inondations a été une gestion de crise et a consisté, principalement, à soulager les plus affectés. Cette approche réactive fait place ces dernières années à la gestion du risque, à l'identification des causes et au développement de stratégies de prévention ou à la limitation des impacts. Dans la même optique, l'idée d'adaptation au changement climatique fait son apparition.

L'adaptation a pour objet de réduire le risque et les dommages dus aux impacts nocifs, présents et futurs, d'une façon rentable ou en exploitant les bénéfices potentiels. L'adaptation a ses limites. Si certains seuils de température sont franchis, il faut s'attendre à ce que certains impacts sur le climat (par exemple, le déplacement des populations à grande échelle) s'aggravent et deviennent irréversibles. En ce sens, les mécanismes de gestion du risque peuvent jouer un rôle essentiel dans la réso-

lution de conflits car la connaissance des interrelations entre les conditions climatiques et les variables hydrologiques peut apporter une information fondamentale au développement de mécanismes proactifs qui anticipent les situations et mettent en œuvre des stratégies de coopération (Stahl, 0000).

Si rien n'est fait, les coûts des dommages exploseront entre les décennies 2020 et 2080. Si l'action est entreprise rapidement, il sera alors possible d'obtenir des bénéfices économiques évidents en anticipant les dommages potentiels et en minimisant les menaces pesant sur les écosystèmes, la santé de l'homme, le développement économique, les propriétés et les infrastructures. A cet effet, les nouveaux défis posés par la gestion des ressources en eau de plus en plus rares et sur lesquelles pèse une forte pression, exigent un grand effort de la part des institutions, tant au niveau global qu'à l'échelle nationale, afin d'incorporer de nouveaux mécanismes capables de s'adapter à de nouveaux scénarios caractérisés par l'incertitude en matière de disponibilité des ressources en eau comme des mouvements dérivés de la globalisation des ressources naturelles et de l'économie mondiale.

2.- La gestion de la pénurie et la gestion intégrée des ressources en eau

Le problème de l'utilisation et de l'allocation des ressources en eau parmi les usages compétitifs s'aggrave quand il s'inscrit dans un contexte de risque ou d'incertitude. La dynamique de la gestion des ressources est régulièrement altérée par des épisodes de sécheresse. L'ignorance de la fréquence et de la durée de ces épisodes est la source principale d'incertitude de la gestion et du risque. Dans certains contextes, caractérisés par la répétition d'épisodes de sécheresse, le risque peut être considéré comme un élément inhérent à la propre gestion des ressources, dans la mesure où il doit être minimisé dans chacune des décisions prises.

Ce scénario marqué par la pénurie croissante de ressources en eau dans des contextes de risque et de conflits d'intérêts et de concurrence qui en résultent, doit être considéré dans le contexte de ces dernières années de l'éthique dans la gestion

de l'eau. Cette éthique est basée sur l'idée que la préservation des écosystèmes hydriques et la satisfaction des besoins fondamentaux des personnes sont des éléments prioritaires dans la gestion de l'eau et que les critères d'efficacité économique de l'allocation des ressources en eau doivent en tenir compte. Cette dimension de la gestion constitue ce qui est dénommée gestion intégrée des ressources en eau (GIRE). C'est dans ce contexte qu'apparaît le concept de développement durable qui insiste sur l'idée de conjuguer le développement économique avec la satisfaction des besoins présents sans compromettre les besoins des générations futures.

Cette nouvelle approche de la gestion remet en cause grande partie de la gestion traditionnelle de l'eau basée sur la construction d'infrastructures et l'établissement de priorités d'usage. Ceci s'avère inefficace si le but recherché est une amélioration des écosystèmes et de la quantité, de la qualité et de l'accessibilité des populations présentes et futures à l'eau. La gestion intégrée de l'eau poursuit, en définitive, l'allocation des trois attributs de l'eau : quantité, qualité et accessibilité, sous des critères d'efficacité économique, d'équité sociale et de préservation environnementale des écosystèmes hydriques. La concurrence actuelle pour cette ressource exige par conséquent, une plus grande et meilleure prestation des services de l'eau qui réduise les coûts d'usage, améliore l'égalité des chances des habitants et assure, de plus, le maintien de certains minimums de la qualité environnementale de la ressource. L'accès égalitaire des populations à l'eau comporte, en outre, la satisfaction de garanties minimums dans l'approvisionnement dont le respect présente un risque dans la satisfaction des demandes. Ainsi, la gestion intégrée per se implique de considérer l'élément de risque dans le nouveau modèle de gestion qui intègre l'allocation des ressources sous des critères d'efficacité économique et de satisfactions de garanties d'approvisionnement et de considérations sociales et environnementales.

La réponse à ces nouveaux défis posés par l'allocation des ressources en eau exige de nouvelles politiques et un changement institutionnel qui se traduisent par une nouvelle conception de la planification hydrique. Le rôle des institutions

et du cadre légal sera de garantir l'accès égalitaire à l'eau et d'assurer la préservation des écosystèmes et la jouissance des générations futures des ressources en eau dans les mêmes conditions au moins que les générations présentes.

3.- Le Rôle des marchés de l'eau dans la gestion intégrée

Les instruments de marché et notamment, les marchés des droits d'usages privatifs de l'eau sont des mécanismes qui servent à améliorer l'efficacité de l'allocation des ressources en eau dans la mesure où ils agissent en tant qu'instruments de redistribution capables d'assigner l'eau à l'usage qui apporte la plus grande valeur économique.

Cependant, les résultats ont montré que les marchés fonctionnent de façon active et efficace quand le contexte de l'économie le permet mais présentent souvent des défaillances dans le fonctionnement du marché car ils ne prennent pas correctement en compte certains effets, qui ne sont pas toujours évaluables du point de vue économique, sur l'environnement ou sur certains secteurs de l'économie qui, par conséquent, peuvent être défavorisés lors du transfert des ressources. A ces facteurs externes sociaux et environnementaux négatifs de la mise en œuvre des marchés, il faudrait ajouter, l'incapacité dont ils font souvent preuve lors de l'attribution du risque, largement motivé par les coûts élevés de transaction résultant de la négociation entre les parties intervenantes lorsque celle-ci s'inscrit dans des contextes d'incertitude en matière de disponibilité hydrique.

Les nombreuses années d'expérience en différents lieux ont mis en évidence le besoin de réglementer l'allocation des ressources en eau là où les marchés ont été incorporés. Ces derniers allouent difficilement par eux-mêmes la ressource en fonction de la conception intégrale décrite ci-dessus. La raison qui inspire les différents modèles développés des marchés de l'eau réside dans la conception différente de la ressource qui fait l'objet d'un débat sous-jacent permanent sur la compatibilité de la nature de l'eau comme un bien public avec sa considération de bien commercialisable et par conséquent, échangeable. C'est précisément cette dernière

considération qui garantit l'efficacité économique de l'allocation, mais qui, à la fois, est responsable des dysfonctionnements environnementaux et sociaux, dans une large mesure, qui ont donné lieu à de nombreux échanges. L'expérience de la mise en œuvre des marchés de l'eau dans des contextes d'économies mûres de l'eau –où elle est considérée comme un bien rare et par conséquent dotée d'une valeur économique mais où il existe, en même temps, une conception claire de la ressource comme un bien public– souligne le besoin d'incorporer ces instruments dans la planification de l'eau au regard du principe de la conception intégrale de gestion.

Les marchés de l'eau ont adopté diverses modalités en réponse aux demandes des acheteurs dans différents contextes de risque et cadres légaux ou institutionnels. Ainsi, les cessions peuvent avoir un caractère temporaire sous forme de cessions concrètes réalisées en réponse à des besoins conjoncturels ou un caractère permanent répondant à un réajustement structurel des usages de l'eau. Du point de vue du cadre légal et institutionnel, les marchés peuvent avoir une gestion décentralisée sous forme d'autoréglementation des participants mêmes, tel qu'il advient dans certaines cessions temporaires de droits; ou au contraire, la gestion peut être réglementée par des organismes responsables de la gestion des bassins mêmes ou des systèmes d'approvisionnement. Dans ce cas, les propres organismes formeraient des banques de l'eau ou des centres d'échange dont la mission serait de gérer, réglementer et stimuler les transactions de l'eau entre les parties intervenantes.

La conception intégrale de la gestion implique, de plus, l'allocation efficace de l'eau en termes de quantité et de qualité. Les marchés de l'eau, de ce point de vue, peuvent présenter une double évaluation. D'une part, ils peuvent se comporter comme des instruments de contrôle des processus de pollution à l'aide de l'échange de permis polluants ou par une participation active du secteur public, être des instruments potentiels qui permettent de faire provision de volumes d'eau pour la récupération de débits environnementaux. En revanche, ils peuvent avoir une connotation négative dans la mesure où la redistribution, par ces marchés, des droits d'usage de l'eau peut ignorer ou minimi-

ser les besoins des demandes environnementales. Les différentes modalités adoptées par les marchés dans les différents contextes dépendent des facteurs externes et des demandes de redistribution des systèmes de gestion de l'eau. La capacité d'adaptation des mécanismes de marché et la considération des facteurs externes négatifs décident largement du succès de l'instrument pour atteindre les objectifs pour lesquels il a été mis en œuvre. Les paragraphes suivants exposeront les différentes modalités de marchés de l'eau faisant état de différentes considérations sur leur adaptation à la conception intégrale de l'eau et leur versatilité comme instruments de gestion de risques.

Cessions temporaires de droits

Ce sont les instruments de marché qui jouissent d'une trajectoire plus longue dans leur mise en œuvre tant dans la version informelle –marchés qui surgissent sous forme spontanée entre les usagers mêmes sans qu'il n'existe d'organisme régulateur dirigeant ou contrôlant le processus –, ou formelle –réglementés par l'administration publique qui active le mécanisme par la mise en contact de parties intervenantes ou en supervisant les quantités échangées et les prix d'échange–.

Le développement de ce type de cessions concrètes à caractère volontaire produit des bénéfices aux acteurs économiques qui y participent, en particulier à la suite d'une période de sécheresse, car elles permettent l'accès à l'eau des acteurs économiques les mieux disposés à la payer (ceux qui en obtiennent une plus grande valeur), de sorte que le prix d'acquisition est un reflet de la valeur de la rareté de l'eau, sauf s'il existe des mouvements spéculatifs, auquel cas, le prix de l'eau est altéré par des expectatives de tout ordre.

Le succès de ces marchés est basé sur la transparence et la symétrie de l'information disponible entre les participants pour que les conditions nécessaires de concurrence parfaite dans l'allocation efficace des ressources existent. C'est pourquoi, les affectations à des tiers et les facteurs environnementaux extérieurs que ces transactions provoquent devront être pris en considération dans ces mouvements de façon précise. L'expérience dans

l'application de ces cessions temporaires montre la nécessité de l'existence d'organismes ou agences qui contrôlent, par des réglementations formelles les transactions et qui, à leur tour, réalisent un suivi et une évaluation de leurs effets. Pour l'établissement de réglementations formelles de fonctionnement du marché, l'existence de droits d'eau bien consolidés et définis est nécessaire.

L'objectif de réduire les risques par la stabilisation de l'offre est plus facilement atteint par des cessions temporaires que par des cessions permanentes de droits, car dans ce cas, le risque est distribué sous forme inefficace entre le vendeur et l'acheteur qui, dans le second cas tient une position risquée car il devrait acquérir un excédent d'eau inconnu durant une année sèche. Les marchés temporaires permettent une meilleure distribution du risque entre les parties intervenantes, car la plus grande souplesse apportée par ce type d'échange permet une meilleure disposition des parties dans ce contexte d'incertitude. Cependant, ce type d'échanges de droits d'usage présente d'importantes limitations et inflexibilités en raison des coûts élevés de transaction entraînés par la conclusion d'un accord entre les parties et qui impliquent que les marchés perdent en souplesse et en capacité de réponse face à des situations incertaines.

Banque de l'eau

Une partie des effets associés à la commercialisation des ressources en eau peut être surmontée grâce à des instruments de gestion centralisée tels que les Banques de l'Eau ou les Centres d'Échange. Dans ce cas, le rôle régulateur de l'administration de l'eau est fondamental à leur bon fonctionnement. Leur fonction consiste essentiellement en l'acquisition de droits à des concessionnaires intéressés par la vente temporaire de leur allocation pour ensuite la mettre à disposition des acheteurs intéressés à un prix et dans des conditions établies par le centre régulateur.

Les banques de l'eau peuvent se comporter comme de véritables instruments de gestion du risque capables d'activer automatiquement des réponses sous des conditions préétablies intégrées

au processus de planification. Ces échanges permettent aux organismes de bassin d'assigner des ressources rares, de susciter la conscience du coût de la rareté et de minimiser les effets de la sécheresse. La possibilité principale qu'elles offrent est l'ajustement de l'offre et de la demande en temps et en lieu, facilitant ainsi les échanges. En tant qu'institutions publiques, elles sont faciles à contrôler et à fiscaliser étant plus transparentes et mieux acceptées.

Du point de vue du risque, les instruments de marchés centralisés comme les banques de l'eau diminuent l'incertitude sur la disponibilité en eau, reflétant dans le prix équilibré, la rareté de l'eau et les décisions des acquéreurs qui, au préalable, ont assumé l'existence du marché. Ainsi, le marché donne les réponses tactiques des acheteurs face à la sécheresse car, en principe, ils disposent à priori de toute l'information nécessaire pour accéder au marché.

L'expérience acquise en Californie par les banques de l'eau en situation de secours pour cause de sécheresse apporte quelques leçons utiles au développement futur de ces banques. Les études qui analysent leur mise en marche soulignent le rôle vital des autorités dans le développement de ces instruments pour la future adoption et acceptation de ces transferts au travers des banques. Les autorités devront accélérer les transferts, réduire le risque et l'incertitude suite à ces transferts et les coûts de mise en œuvre des transactions de l'eau. Le succès des marchés dépend de l'intégration de ces transferts aux ajustements de l'offre et de la demande, compris dans la planification hydrologique à l'échelle de bassin. Les considérations légales, environnementales et les allocations à tierces parties sont essentielles à leur développement.

Contrats d'options

Dans des situations d'approvisionnement incertain dans lesquelles l'apparition d'épisodes de sécheresse est fréquente, il est nécessaire de rechercher de nouveaux instruments qui assurent un accès à l'eau équitable et qui tiennent comp-

te de la distribution du risque. Il est nécessaire de disposer de contrats capables de transférer le risque pour réduire la vulnérabilité sociale et économique aux cycles de sécheresse. Le fonctionnement de ces contrats d'option d'achat se base sur l'hétérogénéité des usagers par rapport à leur acceptation du risque.

Les contrats d'option peuvent être un cadre optimum de développement d'un accord à long terme qui permette à l'acheteur d'accéder aux droits d'eau uniquement durant les années de pénurie à l'aide d'une option d'achat, s'inscrivant dans une relation contractuelle entre les parties d'une longue durée temporelle. Ainsi, les coûts élevés de transaction sont évités de même que l'établissement d'un contrat de cession en situations extrêmes de sécheresse alors que les acheteurs sont nombreux et les vendeurs assument un haut risque dans la fixation du montant et sont, dans nombre de cas, réticents à la vente. C'est une façon efficace de transférer le risque car il n'est pas nécessaire de l'accompagner de cessions réelles d'eau, par conséquent, ces contrats d'option se présentent comme une alternative viable à la construction de nouvelles infrastructures hydriques ou de bassins réservoirs.

Les contrats d'option peuvent être liés à une banque de l'eau car elle peut faciliter les transferts dans les termes établis par le propre centre d'échange avant une période sèche. Les banques de l'eau tout comme le contrat d'option sont capables de transférer le risque comme moyen de réduire l'exposition sociale et économique à la sécheresse.

Il doit être clair que dans le cas du contrat d'option dans un contexte d'incertitude sur la disponibilité de l'eau, il est nécessaire de redéfinir les droits d'eau et de les préciser afin de pouvoir prendre en considération des éléments tels que le moment et les conditions dans lesquelles faire usage de l'eau. En général, il faudra définir les conditions préétablies dans le temps et le mode de transfert des attributs qui sont essentiels à la planification de la demande dans un contexte de risque.

Marchés des droits à polluer l'eau

En fait, la conception de cet instrument implique la création d'un marché dans lequel des permis d'émissions polluantes de l'eau sont échangés afin d'améliorer la qualité globale des eaux des systèmes hydriques. Il s'agit de l'un des mécanismes les plus innovateurs dans la gestion actuelle de l'eau tant par sa conception que par sa mise en œuvre.

Cependant, les expériences de mise en marche dans le monde sont limitées car elles requièrent un contexte légal en matière environnementale très exigeant et des facteurs économiques spécifiques. Le succès de ce mécanisme dépend dans une large mesure du degré d'ambition de l'administration dans la réduction de polluants et de son engagement pour parvenir à ces niveaux par l'application de mesures punitives efficaces.

Outre un contexte légal et environnemental adapté au développement de ces instruments, une profonde connaissance de l'origine des charges polluantes dans les bassins et de leur comportement et évolution est absolument nécessaire. Dans ce sens, le contrôle des dénommés "points chauds" est l'une des grandes difficultés que ces échanges doivent surmonter, car leur apparition peut être plus fréquente avec les échanges de permis de pollution commercialisables. Autre élément de réflexion autour du fonctionnement de ces marchés est qu'ils sont difficilement acceptés du point de vue social. En effet, la question est de faire accepter par la société dans son ensemble que l'un ou plusieurs agents paient davantage que les autres pour contaminer, afin que l'ensemble de la société paie moins pour réduire les niveaux globaux de pollution à des niveaux établis. L'expérience acquise dans la commercialisation des émissions de CO₂ peut encourager ce mécanisme bien qu'il existe une opinion généralisée que l'existence de marchés de l'eau peut en favoriser la mise en œuvre.

4.- L'expérience de mise en œuvre des marchés de l'eau

Les expériences de mise en marche des marchés de l'eau sont innombrables. Le développement de

ces marchés a surgi dans certains cas de façon spontanée, par des cessions concrètes sous forme informelle (Inde, Îles Canaries,...) ou par la création d'un cadre régulateur qui tente d'encourager les échanges par des marchés formels (Australie, Californie, Espagne, Mexique). Dans ce dernier cas, certains pays ont opté pour une gestion clairement décentralisée et moins interventionniste comme dans le cas du Chili ou de l'Australie où se sont développés les marchés 'spot' basés sur des cessions concrètes. Dans d'autres cas, le rôle des administrations de l'eau, contrôlant et supervisant les échanges (Espagne, Californie) ou optant pour des banques de l'eau, a été fondamental.

Les accords sur l'usage conjoint de l'eau peuvent également dépasser les frontières nationales pour devenir un mécanisme capable de favoriser l'usage coopératif de l'eau entre des pays en conflit. Dans ce sens, il existe des propositions pour le développement d'un modèle coopératif de l'usage de l'eau à travers des cessions et échanges qui pourraient résoudre une grande partie des conflits pour l'eau qui existent au moyen orient entre Israël, Palestine et Jordanie.

Une revue des différentes expériences d'échanges de droits d'usage met en relief l'importance de certains éléments distinctifs comme facteurs clé dans le fonctionnement des marchés. Ainsi, la physiographie du bassin, l'économie de la zone, les niveaux de risque supportés par les différents acteurs intervenants ou la définition du droit d'usage ou de propriété de l'eau sont des éléments qui expliquent largement le fonctionnement du marché.

Dans le cas de la Californie ou de l'Australie avec des marchés formels bien consolidés, le rôle des institutions et le cadre légal qui réglementent les échanges est fondamental. L'expérience australienne a démontré le succès de l'instrument après dix ans d'expérience durant lesquels la participation s'est accrue entraînant des possibilités significatives dans la gestion de l'eau, bien que pour un ensemble de raisons, ces bénéfices se soient traduits par un coût environnemental important. Actuellement, l'Australie agit par un ensemble de réformes visant à rectifier ces problèmes environnementaux mais maintient toujours l'objectif des

améliorations obtenues grâce aux marchés de l'eau, car ils sont considérés comme un bon instrument d'allocation et d'usage de l'eau. Les réformes entreprises en matière d'eau sont orientées vers la redéfinition du droit d'eau visant à le détacher de la propriété de la terre et de le traiter comme un actif qui peut être décomposé apportant ainsi une plus grande souplesse aux transactions.

La Californie est un exposant clair de modèle de gestion de la demande à l'aide de l'encouragement des marchés et de la réutilisation des ressources existantes, c'est l'option préférée face aux politiques traditionnelles d'augmentation de l'offre. Le contexte institutionnel et la définition des droits de propriété en Californie ont permis le développement des marchés de l'eau comme un instrument viable pour affronter les sécheresses subies dans les décennies 80 et 90 dans cet état. Les problèmes de défaut de souplesse dans la réponse et l'existence d'importants facteurs externes environnementaux et sociaux supportés durant les premières années d'expérience de la mise en marche de marchés volontaires, basés essentiellement sur la cession de l'eau des usages agraires aux usages urbains, ont mis en évidence le besoin de développer des marchés dépendant d'une gestion centralisée qui adhère clairement aux Concepts de gestion intégrée. Ainsi, les Banques de l'Eau de Secours firent leur apparition pour affronter la sécheresse supportée dans la décennie 90. Le défaut de prévision et les inflexibilités du modèle ont conduit les autorités à miser sur les banques de l'eau développées à partir d'un système d'options d'achat afin d'affronter de futurs épisodes de pénurie.

L'expérience du Chili est très illustrative pour analyser le comportement des marchés dans des contextes économiques caractérisés par la faible intervention et par l'inexistence d'institutions contrôlant la gestion de l'eau au niveau du bassin. Le bilan final de l'expérience chilienne a des défenseurs et des détracteurs. En tous les cas, le système a bénéficié à certains secteurs de l'économie comme celui de l'hydroélectricité tout en permettant la modernisation de nombreuses zones d'irrigation mais il a impliqué une dégradation considérable de certains écosystèmes hydriques et des pertes économiques qui affectent les couches les plus défavorisées de la société.

En Israël, les marchés de l'eau sont abordés comme un instrument d'échange et de coopération possédant un grand potentiel dans la résolution de conflits. Dans ce sens, des modèles économiques ont été développés qui optimisent un modèle de coopération dans l'usage des eaux du Jourdain et de l'aquifère de la montagne entre trois pays en conflits comme Israël, la Jordanie et la Palestine. L'évaluation économique des échanges est réalisée à l'aide du prix fantôme, cet indicateur étant celui de la pénurie de la ressource. Nombreux sont les académiciens qui maintiennent que cette option est moins coûteuse et plus intéressante du point de vue environnemental que le dessalement des eaux de mer et des aquifères, des options choisies par les organismes internationaux qui agissent dans zone de conflit. Dans ce modèle d'échange coopératif tous les participants y gagnent.

Les marchés basés sur l'échange de permis de pollution sont également des instruments qui doivent être pris en considération dans la planification hydrique afin d'améliorer la qualité des eaux. Les expériences dans ce cas sont plus rares et se limitent à des bassins pilote tels que Tar-Pamlico ou Lake Dillon aux États-Unis ou Murray Darling en Australie. Les succès atteints dans l'amélioration de la qualité des eaux soulignent l'importance du rôle que ces instruments devront jouer à l'avenir. Pour leur développement, il doit exister un cadre adapté qui requiert une expérience préalable dans les marchés de l'eau. L'expérience dans la gestion quantitative de l'eau au moyen des marchés doit servir de base au développement de mécanismes de transaction de la qualité des eaux bien qu'une connaissance approfondie du processus de pollution du bassin ainsi qu'un suivi soient impératifs, car le fonctionnement des marchés n'est pas le même quand il s'agit de pollution d'origine localisée ou de pollution de type diffus, auquel cas, la gestion en est plus complexe. En tous les cas, il est nécessaire d'établir un équivalent environnemental entre les polluants échangés difficile à quantifier.

Les expériences analysées sur les cessions d'eau ont démontré que l'efficacité de ces échanges est influencée explicitement par les différents éléments d'incertitude. L'adaptation des marchés

aux situations de risque est nécessaire et possible pour atteindre non seulement l'allocation de la ressource mais aussi l'allocation du risque. L'expérience australienne, américaine et même espagnole laisse entrevoir la nécessité d'aller au-delà dans le développement de marchés plus sophistiqués permettant une redistribution des droits et une allocation saisonnière rapide et à bas coûts de transaction; en somme, des marchés qui permettent l'assouplissement des échanges en s'adaptant au contexte de l'incertitude. C'est dans ce contexte que s'inscrivent les contrats d'option en tant qu'instrument capable de transférer le risque et en tant que mécanisme pour réduire la vulnérabilité sociale et économique aux cycles de sécheresse. Cette modalité de marché jouit, aujourd'hui, d'une courte expérience mais il semble que le grand potentiel qu'elle possède comme mécanisme d'attribution de risque et comme mesure de gestion à incorporer aux plans de gestion intégrée est une opinion unanime.

5.- Évaluation des expériences de marchés en Espagne

Le problème de la gestion de l'eau en Espagne est un exposant clair de modèle de gestion qui demande de nouvelles politiques pour résoudre le défi de l'allocation de l'eau après avoir exploité le modèle des stratégies de gestion traditionnelle basées sur l'augmentation de l'offre d'eau.

Le cadre légal espagnol est conçu pour le développement de marchés de l'eau dans une conception centralisée de la gestion de la part des autorités des délimitations hydrographiques, des institutions responsables des concessions de l'eau et de la planification hydrique au niveau du bassin. Le cadre réglementaire espagnol établit que les marchés de l'eau (entre concessionnaires ou sur initiative publique) soient mis en œuvre pour la réallocation des droits de concession en situations de pénurie (et sécheresse) afin d'assurer l'approvisionnement de l'eau à ceux qui peuvent en obtenir une valeur supérieure et le cas échéant, dans le but, de parvenir également, à une amélioration environnementale du milieu hydrique. Les droits de l'eau sont établis par un système de concessions basé sur des droits d'usage de longue

durée, ce qui apporte stabilité au système. La Loi et la planification établissent des priorités d'usage et de dotations. Des décisions peuvent être prises concernant les usagers autorisés et la quantité d'eau pouvant être utilisée en cas de sécheresse. Cependant ce système ne permet pas d'améliorer l'allocation de l'eau quand les conditions initiales d'adjudication ont été modifiées.

Actuellement, la gestion de l'eau en Espagne passe par un processus d'adaptation et de définition, car d'une part, il existe une plus grande concurrence pour l'eau en raison de l'accroissement de la demande et d'autre part, les possibilités d'augmentation de l'offre sont limitées dues aux coûts sociaux, environnementaux et financiers élevés qu'elles comportent. De plus, des modifications substantielles ont été introduites sur les objectifs de qualité environnementale dans les bassins suite à l'incorporation de la directive cadre dans notre cadre légal actuel, ce qui rend plus difficile encore l'allocation des ressources.

L'Espagne s'est clairement positionnée pour les marchés à intervention publique (avec les Centres d'Échange ou les Banques de l'Eau et les Contrats de Cession d'Usage des Ressources). Elle considère que ces marchés offrent une meilleure garantie de l'absence de facteurs externes environnementaux ou des tiers et permettent, d'autre part, d'éviter l'application de prix abusifs aux échanges (en raison de l'absence de concurrence, transparence ou souplesse).

Dans de la législation en vigueur et en réponse à la sécheresse dont souffre une grande partie du territoire espagnol, notamment les bassins du sud-est, diverses transactions de l'eau ont eu lieu sous les différentes modalités de marchés prévues par la loi. Ainsi, dix opérations de transactions de ressources interbassins et cinq offres d'acquisition des droits de la part des Centres d'Échange des Confédérations du Guadiana, Segura et Júcar ont eu lieu. Les cessions réalisées par les Centres d'Échange ont atteint des prix des ressources transférés très supérieurs à l'évaluation du manque à gagner correspondant à l'activité agricole du cédant. Ceci montre bien la valeur qu'acquiert le titre de rareté de l'eau, dans presque toute la moitié Sud de l'Espagne, dans des conditions de sécheresse non extrême. D'autre part, les ressources publiques to-

tales consacrées à l'acquisition de ressources hydriques par les Centres d'Échange de l'administration à partir d'une offre publique ont été importantes.

Cependant, l'évaluation globale des cessions fait ressortir quelques déficiences du système dues aux effets sociaux et économiques générés par les transactions qui n'ont pas été pris correctement en compte dans les phases préalables à la signature du contrat. Certains éléments spéculatifs ont pu être détectés dans les mouvements car les prix payés par les acquéreurs sont largement supérieurs au manque à gagner des cédants.

Dans les Centres d'Échange, les échanges réalisés ont été peu nombreux alors que les charges administratives et techniques nécessaires à la création de l'infrastructure des banques mêmes ont été lourdes. Cela est certainement dû au besoin d'offrir des garanties minimums à un fonctionnement correct. Cependant, dans la mesure où les initiatives n'ont pas abouti à un cadre stable des échanges et n'ont pas même été conçues- du moins administrativement- comme des bureaux permanents, il n'est pas possible de classer l'expérience espagnole des banques de l'eau comme des instruments de réponse proactive à des situations de sécheresse.

L'Espagne vient de s'engager sur une nouvelle voie dans la gestion de l'eau en incorporant des instruments de marché. L'enjeu qu'exige la gestion de la sécheresse actuelle qui touche une grande partie du territoire requiert des réponses capables d'anticiper les situations de risque, par conséquent, il est certain que cette voie va exiger des changements et de nouvelles orientations qui permettent une plus grande souplesse dans l'allocation des ressources. La considération des marchés de l'eau dans une optique de gestion intégrée de l'eau exige qu'ils soient inclus et considérés explicitement dans les plans actuels de bassins et les plans de sécheresse développés dans les démarcations hydrographiques.

B) AXE THÉMATIQUE: SOLUTIONS FINANCIÈRES POUR LES PAYS ÉMERGENTS

1. - Le besoin d'améliorer l'accès à l'eau et l'efficacité et l'enjeu financier

L'eau est primordiale pour la vie. Il est estimé que les êtres humains requièrent environ 15 à 18 litres d'eau par jour pour survivre. Bien qu'il y ait suffisamment d'eau pour tous, l'accès à l'eau est un problème considérable. Des études récentes prévoient que dans les conditions de gestion actuelles, 35 % de la population mondiale manquera d'eau dans les 25 prochaines années. Même dans les zones où l'eau n'est pas rare, nombre de personnes n'y ont pas accès. Plus de mille millions de personnes manquent d'eau potable (deux tiers d'entre elles vivent avec moins de 2 dollars par jour) et plus de 2.600 millions ne disposent pas de l'accès aux améliorations d'assainissement.

Les chiffres récents de l'ONU indiquent qu'il y a plus de 100 millions de personnes qui n'ont pas accès à l'eau potable en Europe, ce qui contribue à la mort causée par la diarrhée de presque 40 enfants par jour dans la région. A l'échelle mondiale, il est démontré que 1,7 millions de morts annuelles pourraient être évitées si l'accès à l'eau potable et à l'assainissement était assuré.

L'Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation (FAO) prévoit que pour l'année 2030, la production d'aliments doit s'accroître de 1,4 % annuel pour satisfaire la demande. Environ la moitié de cette augmentation devra provenir des terres d'irrigation. Le défi pour satisfaire ce besoin est la disponibilité de l'eau car plus de la moitié de la population mondiale vit dans des zones de la planète où l'eau est rare. Ainsi, il faut trouver les moyens d'augmenter la production d'aliments sans augmenter la proportion d'eau consommée par l'agriculture.

Les besoins d'investissements et la rareté de l'eau coexistent avec le gaspillage de l'eau, la gestion inefficace, les institutions faibles, les subventions sur les prix de l'eau à usages agricoles et à la consommation de l'homme attribuées sans

discernement et les augmentations continues des coûts d'investissement en ressources hydriques. La plupart des études montrent bien que tous les secteurs des économies nationales reçoivent des aides relatives à l'eau, les usagers de l'eau destinée à l'industrie et à l'agriculture sont bénéficiaires des plus importantes. La majorité des usagers des pays développés outre les consommateurs riches des pays en voie de développement ne paient pas le prix véritable de l'eau.

L'accès à l'eau potable et à l'assainissement est un problème complexe. L'eau est un secteur intensif en capital et d'importants investissements sont nécessaires pour obtenir et distribuer cette ressource. Cependant, nombre de personnes considèrent l'accès à l'eau comme un droit et en tant que tel, il existe une certaine résistance à payer le prix correspondant à la valeur totale livrée. L'affaire est d'autant plus compliquée que l'eau est indispensable à la santé de l'homme et à la production alimentaire. L'accès à l'eau devient donc une affaire hautement politique qui masque la prise de décisions en matière d'investissements et de contrôle de la ressource. De plus, nombre des responsabilités de la production et de l'approvisionnement sont aux mains d'entités sous-nationales, fait qui ajoute d'autres risques politiques issus d'horizons de planification moindres et d'éventuelles différences de points de vue politique avec les gouvernements nationaux, entraînant par conséquent, l'intensification de la politisation de la prise de décisions.

L'aggravation provoquée par ces problèmes politiques et tarifaires ne favorise pas l'investissement dans un secteur présentant autant de risques dans la plupart des pays en voie de développement. De nombreux pays en voie de développement doivent améliorer les éléments clé tels que la stabilité macroéconomique, l'état de droit, la gestion fiscale, les institutions régulatrices et le fonctionnement du système judiciaire. Un environnement politique facilitateur est crucial au financement du secteur.

Actuellement, il existe une grande confusion dans les marchés financiers, le financement est donc plus difficile pour un secteur considéré de haut risque par la majorité en raison des caractéristiques politiques et socioéconomiques mentionnées plus haut. Cette situation est aggravée

par la baisse de l'investissement public et privé en infrastructures en général et dans le secteur de l'eau et de l'assainissement en particulier. La participation du secteur privé aux investissements hydrauliques est tombée de 5.800 millions de dollars en moyenne, au cours des cinq dernières années du XXème siècle à moins de 2.200 millions de dollars annuels au cours des six premières années de notre siècle. Toutefois et heureusement, ce bas niveau de participation comprend plus de projets qu'auparavant (bien que de moindre envergure) et une augmentation significative de la participation des opérateurs locaux. Le nombre de pays à participation privée dans un secteur aussi complexe a augmenté de 10 % dans les cinq dernières années et 16 pays ont présenté une participation privée pour la première fois depuis le point atteint en 2000. L'Aide Officielle au Développement (AOD) pour le secteur s'est aussi considérablement accrue ces dernières années, de même que les donations multilatérales. Mais à nouveau, la somme de 4.000 millions de dollars (en 2005) de ces deux sources reste insuffisante.

La majorité des ressources financières sont attendues du secteur public, des gouvernements nationaux et sous-nationaux, bien que les besoins soient si élevés que les contributions financières, techniques et de direction du secteur privé ne peuvent être refusées. Il faut trouver des moyens d'augmenter la disponibilité de nouvelles ressources publiques et privées et, en particulier, d'améliorer celles qui existent déjà. Même si nous devons admettre que l'investissement privé et les finances structurées ne sont actuellement (temporairement) plus à la mode, cela ne signifie pas que le secteur puisse se permettre d'ignorer ses éventuelles contributions, notamment quand elles sont considérées dans le contexte plus large des contributions techniques et de gestion.

Il est important de tenir compte de :

a) Le potentiel pour augmenter la disponibilité des services d'assainissement de l'eau par l'amélioration de l'efficacité économique (tarifs, tarifs relatifs, gouvernance du secteur, etc.) et l'efficacité des actifs existants (efficacité opérationnelle, réduction des déchets, gestion, etc.) pour utiliser les ressources financières existantes

de façon plus efficace. L'élimination de certaines de ces faiblesses est un long chemin vers la réduction des coûts pour améliorer la disponibilité de la ressource et attirer les investissements.

b) Le secteur de l'eau est complexe et requiert des institutions fortes qui aient accès aux ressources humaines et financières nécessaires et il doit exister une réglementation et une supervision indépendantes (indépendantes des fournisseurs du service) pour garantir les contrôles et les équilibres requis.

c) Même si les services d'approvisionnement en eaux fonctionnaient avec efficacité et que le climat régulateur était optimum, il existerait toujours de grands besoins d'investissement public et privé en infrastructures et services hydrauliques. Il existe des moyens d'attirer davantage de financement par l'exploration de sources potentielles de financement public et privé et la structuration des investissements de façon à améliorer la disponibilité des finances (structures financières alternatives et instruments de réduction de risques).

2. - Amélioration de l'efficacité comme source des moyens financiers

La réduction des inefficacités et les conditions favorables à l'investissement sont des sources importantes de financement. Avant d'explorer les possibilités d'obtention de ressources financières publiques et privées pour mettre en œuvre les investissements nécessaires, les gouvernements devraient considérer l'élimination des inefficacités économiques, techniques et de gestion en matière de fourniture de services d'approvisionnement en eau, outre la création d'une politique et de cadres régulateurs ainsi que d'investissements pour attirer l'investissement.

L'élimination de certaines de ces inefficacités peut réduire le besoin d'investissement ou générer des économies internes qui réduisent le besoin de financement externe. Dans de nombreux pays en voie de développement, la prévision de services d'approvisionnement en eau est relativement inefficace et le potentiel d'amélioration est très élevé. Cette section traite des principales sources d'inefficacité uniquement dans le

contexte de leur potentiel de réduction des besoins de capital et prend également en compte le besoin d'améliorer l'environnement facilitateur du secteur. Les inefficacités proviennent de sources techniques, sectorielles et de gestion.

Une révision exhaustive des inefficacités microéconomiques, techniques, de gestion et sectorielles est un bon début de tout programme pour améliorer les investissements en services d'approvisionnement en eau et un usage très adapté des ressources issues des donations internationales qui auront un effet multiplicateur sur le potentiel d'attraction des investissements et autres ressources financières.

Inefficacités économiques

Améliorer l'efficacité économique en ce qui concerne les services d'approvisionnement en eau exige le recouvrement du prix juste pour ces services. Pour comprendre la question de tarification et subventions efficaces des services d'approvisionnement en eau, il faut tenir compte de certaines caractéristiques spécifiques. En fait, une amélioration du bien-être peut être obtenue grâce à un programme de tarification uniforme établi, les prix différant du coût marginal à l'aide de plans de discrimination de prix adaptés que les subventions croisées peuvent comprendre. Cela ne signifie pas que tous les plans de subventions croisées augmentent le bien-être, mais certains le font. D'un point de vue volontaire de soutenabilité, certains plans de subventions croisées ne conviennent pas, tandis que d'autres sont adaptés. Parfois, les plans de prix optimaux et volontairement soutenables ne sont pas compatibles. Dans ces cas-là, une compensation entre l'optimum et le soutenable s'avère souvent nécessaire. En résumé, les subventions croisées sont bonnes pour augmenter le bien-être, mais leur usage inadapté peut conduire à la discrimination de consommateurs auxquels des prix excessifs sont appliqués, les coûts s'élevant pour tous.

Dans la majorité des cas, l'eau potable est fournie par une Entreprise de service public gérée par une entité publique ou privée qui opère au sein d'une autorité nationale ou sous-nationale (telle

qu'un ministère). Les services d'approvisionnement en eau et assainissement sont fournis, en général, conjointement, bien qu'il n'en soit pas toujours ainsi. Quand les services d'approvisionnement en eau et d'assainissement sont distincts, l'assainissement est habituellement fourni par un service municipal relativement autonome et financé par des impôts municipaux¹⁰. S'il n'est pas viable de promulguer des impôts municipaux et nationaux pour payer ces services d'assainissement, l'eau et l'assainissement devront alors être unis, fournis et facturés conjointement afin de garantir que les consommateurs paient effectivement les frais d'assainissement. Ceci est nécessaire pour éviter la création d'incitations incorrectes pouvant mener à la confusion morale si les services d'eau et d'assainissement étaient fournis par différentes entreprises de service public et le paiement des deux services était recouvré par la compagnie des eaux. Compte tenu de ce qui précède, le commentaire suivant sur la tarification se réfère à la **fourniture de services conjoints et différenciés**.

Comme pour tous les segments monopolisateurs des services d'infrastructures, la **tarification des Services d'approvisionnement** en eau et d'assainissement est le thème central de la réglementation du secteur. La raison en est que tandis que les milieux compétitifs des entreprises ne peuvent pas établir de prix plus élevés que les coûts marginaux sans souffrir une grande réduction de leur part de marché, les entreprises monopoles peuvent le faire sans s'affronter aux mêmes conséquences. De plus, étant donné que l'élasticité de la demande pour épuisement de l'eau est basse, un monopole non réglementé donnera des prix bien au-dessus des coûts marginaux. Il existe deux dimensions différentes qui doivent être prises en compte lors de la tarification des services d'approvisionnement en eau et d'assainissement par les entreprises: les prix moyens et la structure des prix.

Il existe deux plans principaux pour comptabiliser les frais associés à l'usage de l'eau : tarifs fixes par unité de consommation d'eau ou tarifs par unité de consommation d'eau. En particulier, dans

les services pour lesquels il n'est pas possible de mesurer la consommation, des forfaits, qui sont plus ou moins indépendants de la quantité d'eau consommée sont appliqués. Les tarifs peuvent être rapportés au niveau prévu d'usage selon le nombre de personnes habitant dans le logement ou la taille du raccordement de la tuyauterie. Bien qu'une justification économique de cette pratique ne puisse être donnée, il pourrait s'agir du seul moyen applicable de percevoir des revenus dans un systè-

Quelques définitions

- Critère de coût marginal. Suivant ce critère, un plan de prix a des subventions croisées si certains prix à la consommation sont inférieurs au coût marginal. Sinon, si tous les prix à la consommation sont équivalents ou dépassent les coûts marginaux, le plan de prix n'est pas subventionné.
- Critère de coût moyen. Selon ce critère, un plan de prix reçoit des subventions croisées si certains prix à la consommation sont au-dessous des coûts moyens et d'autres au-dessus. Noter que lorsque certains coûts sont partagés entre différents produits, le plan de coût moyen ne peut être défini avec précision.
- Critère de coût incrémentiel. Selon ce critère, un plan de prix reçoit des subventions croisées si les gains provenant d'un consommateur ou groupe de consommateurs sont inférieurs au coût incrémentiel de fourniture des services à ce consommateur ou groupe de consommateurs.
- Critère autonome. Selon ce critère, un plan de prix reçoit des subventions croisées si les gains provenant d'un consommateur ou groupe de consommateurs sont supérieurs au coût de fourniture du service uniquement à ce consommateur ou groupe de consommateurs.

¹⁰ L'eau potable est fournie généralement en Europe par une Entreprise de service public typique, tandis que l'assainissement et le traitement des eaux sont fournis par la municipalité. Dans nombre de municipalités d'Amérique Latine, les services d'eau et d'assainissement sont fournis par une seule organisation..

me caractérisé par le manque de compteurs ou par une mauvaise gestion. L'application de différents tarifs à différents groupes de consommateurs donne lieu à la question des subventions croisées.

Inefficacités techniques, de gestion et sectorielles

Parmi les principales **inefficacités techniques** se trouve la consommation non productive d'eau et d'énergie, c'est à dire, les fuites de vieilles tuyauteries, prises illégales et eau non comptabilisée pouvant atteindre 50 % (bien qu'en moyenne générale, cela pourrait être de près de 20 %). Certaines des pertes sont inévitables, mais bien d'autres peuvent se contrôler. Les investissements pour réduire l'eau non productive et encourager la conservation, la réutilisation de l'eau et l'épuration peuvent aider à éviter ou différer des investissements de capital beaucoup plus coûteux.

L'un des frais principaux dans l'approvisionnement de l'eau est la consommation d'électricité, qui est utilisée essentiellement pour pomper l'eau. Par exemple, au Mexique et au Brésil la consommation électrique représente entre 30 et 40 pour cent des revenus des entreprises de services d'approvisionnement en eau. Il est estimé que l'économie d'énergie grâce à l'amélioration de l'efficacité pourrait réduire la consommation d'énergie entre 10 et 40 %, économisant par conséquent, entre 5 et 15 % des revenus. De plus, les problèmes créés par les pertes et l'efficacité énergétique s'aggravent entre eux car l'eau qui se perd a été pompée, si bien que non seulement l'eau est gaspillée mais aussi l'énergie.

Les inefficacités dans l'irrigation sont similaires et comprennent également des pertes dans la productivité résultant de l'échec de la gestion des bassins, des pertes dues à l'évaporation et des pertes pour pratiques agricoles et irrigation inadéquates (telles que l'irrigation des cultures de peu de valeur ou même les cultures intensives d'irrigation abondante où la valeur marginale de l'eau est très haute : le "more crop per drop" (davantage de cultures par goutte) traditionnel.

Parmi les principales **inefficacités de gestion** au niveau des fournisseurs de services se trouvent les questions de corruption, de facturation et de recouvrement, des incitations inadaptées pour consommation, des fiches de paye gonflées (certaines entreprises de services publics sont utilisées pour parrainage politique) et systèmes de gestion déficients. La Banque Mondiale estime que les coûts extraordinaires de travaux civils dus à la connivence entre entrepreneurs dépassent 15% et que ceux issus des dessous-de-table pour concession de contrats oscillent entre 6 et 11 %.

De plus, la Banque Mondiale a découvert que 40 % des clients du Sud de l'Asie ont signalé avoir payé un pot-de-vin. En ce qui concerne les facturations et les recettes inefficaces, il a été révélé que toute l'eau utilisée n'est pas facturée, toutes les factures ne sont pas recouvrées et toutes les recettes perçues ne sont pas utilisées avec efficacité. Dans de nombreux cas, les incitations pour consommation sont contraires à toutes les règles : il existe une absence de comptage, les branchements illégaux ne sont pas facturés et les structures tarifaires n'offrent pas les incitations correctes. De plus, aucun effort n'est fait pour percevoir les factures.

Entre autres inefficacités de gestion, nous trouvons les **carences institutionnelles** car elles sont liées à la capacité des autorités du secteur à préparer des projets qui peuvent être présentés pour obtenir un financement public ou privé. La majorité des investissements, notamment, en nouveaux services, sont le résultat de "projets" qui doivent identifier les besoins, évaluer les compensations, démontrer qu'ils constituent un bon usage des ressources et inclure des plans pour une mise en œuvre effective et efficace. Nombre de pays en voie de développement doivent améliorer leur capacité institutionnelle dans les domaines de préparation de projets, d'exécution et de gestion du fonctionnement du système, en particulier au niveau sous-national, où sont développés la majorité des projets d'approvisionnement en eau. C'est un terrain fertile pour l'aide bilatérale et multilatérale destinée à encourager ces pays à s'aider eux-mêmes.

De fait, plusieurs entités donatrices ont développé des programmes spéciaux pour soutenir le développement de projets et renforcer les institutions.

Une troisième source principale d'inefficacité pourrait se dénommer **inefficacités "sectorielles"** et est liée à des questions de gouvernance, de politique et de gestion du secteur. Il existe de nombreuses institutions et des niveaux de gouvernement impliqués dans les services d'approvisionnement en eau et dans la majorité des pays en voie de développement le secteur s'est affronté traditionnellement à la rareté des ressources. Dans certains cas, il s'agit même de questions de gestion transfrontalière. Il peut aussi exister un manque de coordination nationale et sous-nationale des responsabilités de gestion, ainsi qu'une incapacité d'intégrer les politiques concernant les ressources en eau, la fragmentation institutionnelle, la concurrence malsaine pour la ressource et la capacité limitée de la gestion des politiques et des institutions régulatrices entre les deux niveaux de gouvernement. L'allocation claire de la propriété, les responsabilités et les ressources et la préparation et mise à jour de plans de Gestion Intégrée de Ressources en Eau (GIRE) pour améliorer l'efficacité de l'allocation et de la gestion sont des ingrédients essentiels de tout programme d'améliorations.

Réglementation et climat d'investissement

Comme les responsabilités de nombreux investissements dans les services d'approvisionnement en eau sont à la charge des gouvernements sous-nationaux, leur capacité institutionnelle et fiscale aura un grand impact sur le secteur de l'eau. Grâce à la décentralisation, dans la plupart des pays en voie de développement les responsabilités s'approchent du point d'action et augmentent leur potentiel de réponses aux besoins locaux. Malheureusement, pourtant, dans les pays décentralisés, les gouvernements locaux tendent à changer plus souvent que les gouvernements nationaux et les rivalités entre les partis politiques qui gouvernent les différentes juridictions peuvent surgir, ce qui complique ces relations et rend plus instables les investissements. De plus, la décentralisation des responsabilités et les trans-

ferts fiscaux facilitent l'utilisation des impôts généraux pour transférer des ressources de zones plus riches du pays aux zones plus pauvres. Dans les services d'approvisionnement en eau, ces subventions croisées de caractère national rendent possible certains investissements. La gestion de ces rapports peut avoir un impact significatif dans l'investissement, indépendamment de l'échec des responsabilités publiques et privées.

En considérant les options d'évaluation pour stimuler l'investissement dans les services d'approvisionnement en eau, les législateurs concentrent souvent leurs efforts en des investissements concrets. La discussion préliminaire a tenté de démontrer que les situations microéconomiques et sectorielles sont des facteurs déterminants. Mais ces investissements se développent dans un environnement macroéconomique et institutionnel plus vaste.

Comme partie du processus de réforme, il est important que les institutions politiques et les structures d'investissement présentent à tous les participants les incitations pertinentes. Dans le secteur public, la propriété et le fonctionnement ne disposent pas normalement de moyens d'incitation permettant d'agir et dans nombre de cas, ces moyens d'incitations sont même contraires à toute logique. En effet, ils sont issus du processus budgétaire qui assigne plus d'argent aux secteurs qui en dépensent le plus, et non pas nécessairement à ceux que le dépensent mieux ou de la manière la plus efficace. Les contrats d'action peuvent aider à surmonter les problèmes dérivés du manque de moyens d'incitation pour efficacité. A condition que les bénéfices marginaux dépassent le coût, le secteur privé disposera d'un moyen d'incitation pour augmenter la couverture. Cependant, sans la supervision pertinente, il existe un risque que les fournisseurs du secteur privé ne puissent offrir la couverture suffisante ou que la qualité de leurs services soit insuffisante. La fourniture de services d'approvisionnement en eau étant un monopole, les tarifs, la qualité, la disponibilité, la couverture et autres devront être convenablement réglementées et gérées.

3. – Sources et accords pour augmenter les ressources financières destinées à l'infrastructure hydraulique

Planification financière

La première étape du processus de financement consiste en la planification des besoins et la détection des trous financiers. Il y a plusieurs modèles qui ont été récemment développés pour aider les gouvernements dans ces tâches. Celui qui est le plus utilisé est FEASIBLE, un outil de logiciel développé pour aider à préparer des stratégies de financement environnemental pour des services d'approvisionnement en eau, de traitement des eaux résiduelles et des déchets municipaux solides. Ce logiciel peut être utilisé pour faciliter le processus itératif d'équilibre entre les ressources financières nécessaires et disponibles et pour déterminer les déficits ou les bénéfices financiers ainsi que la structure des éventuels trous financiers. Ces résultats aident les législateurs à comprendre où se trouvent les principaux goulots d'étranglement, quand et quelles interventions politiques additionnelles sont nécessaires pour assurer un financement efficace des programmes de développement d'infrastructures. Le graphique 1 de l'Annexe comprend une perspective générale auto-explicative du processus itératif.

La plupart du temps, les gouvernements fixent des objectifs qu'ils devront réduire afin de s'adapter aux ressources potentielles et disponibles. L'alternative est d'avoir recours à certaines mesures mentionnées précédemment leur permettant une plus grande disponibilité des fonds grâce à une meilleure efficacité ou la recherche de structures de financement alternatif consistant à attirer les fonds d'entités donatrices ou financières. Pour l'exécution des investissements nécessaires, les gouvernements devront explorer toutes les options afin d'atteindre leurs objectifs. Bien que toutes les ressources doivent provenir des usagers (contribuables), leur disponibilité n'est pas toujours immédiate et dans l'intervalle, elles doivent être financées soit par les gouvernements, directement par le secteur privé ou par des donations. Les deux premiers cas récupéreront leurs investissements par les impôts ou les tarifs.

Sources de financement : public et privé

Dans un secteur politiquement risqué tel que les services d'approvisionnement en eau, la plus grande partie du financement devra être assurée par le secteur public au niveau de la nation et /ou sous-national. Le secteur peut offrir des ressources au moyen de contributions de capital et de crédits immédiats aux entreprises de service public d'approvisionnement en eau ou par des intermédiaires de développement tels que les banques pour le développement ou les fonds destinés aux infrastructures, entre autres. Ces banques et ces fonds peuvent, à leur tour, chercher un financement dans les contributions gouvernementales ou les prêts (crédits et instruments de dette négociables) outre les contributions de participation des marchés financiers nationaux et internationaux, y compris les banques de développement multilatéral (le plus probable) et l'aide bilatérale (nous parlerons plus loin de la façon d'employer l'aide internationale avec plus d'efficacité). Ces instruments indirects peuvent freiner les ressources publiques et attirer des ressources privées moyennant le regroupement des risques (les actifs sont investis dans un groupement de projets) et /ou par l'offre de garanties gouvernementales explicites ou implicites (en fonction de la structure de l'instrument). Ces instruments ont des limitations quantitatives des fonds pouvant intervenir. Ainsi, il faut veiller à ce que les décisions suivent les règles de commerce car les fonds proviennent du public général et des marchés financiers.

Cependant, le grand volume des besoins insatisfaits implique que le secteur ne peut ignorer le potentiel de l'investissement direct à caractère privé, c'est à dire, qu'il faut explorer toutes les possibilités. La restriction la plus importante à l'exploitation des ressources issues du secteur privé concerne les caractéristiques du secteur de l'eau, en particulier, son faible rendement par rapport aux risques sociopolitiques qui lui sont inhérents. Afin d'attirer les ressources privées exposées au risque du secteur, il sera important d'augmenter les bénéfices (par des mesures d'efficacité ou des subventions du gouvernement ou des donations, par exemple) ou de diminuer le risque (avec des instruments de réduction de risques et des structures financières qui seront commentés plus loin).

Certains argumentent que les ressources financières du secteur public devraient être l'option prioritaire car elle semble être plus économique que le financement privé. Cependant, il existe des limitations en matière de disponibilité de financement public et de même, des usages alternatifs des ressources publiques (pour d'autres biens socialement souhaitables) qui peuvent ne pas avoir accès au financement privé. Le besoin de maintenir un environnement macroéconomique stable signifie que la capacité de demander un crédit (sur les marchés locaux et internationaux), la capacité d'imposition et la capacité de dépenses a aussi ses limites. Certaines de ces limites sont issues des directives du Fond Monétaire International sur la dépense actuelle (même si certaines peuvent être classées comme investissement et non comme dépense actuelle). En somme, l'option de financement doit être capable d'offrir "valeur pour argent", en ayant soin d'éviter l'utilisation de ressources privées dans le but unique de sauver les règles budgétaires. L'option des structures financières devra tenir compte des bénéfices relatifs de l'efficacité du financement et de l'exploitation privée face à l'exploitation publique (construction, gestion, exploitation et financement), des transactions et des coûts de gestion, des institutions pour gérer et réglementer l'exploitation, du transfert de technologie, de l'attribution efficace de risques et de la viabilité politique et sociale.

Certains projets, s'ils sont correctement structurés (voir paragraphe suivant) peuvent exploiter les marchés nationaux et internationaux de capital. Étant donné que les sources de revenus de ces projets sont exprimées dans la monnaie locale, il est presque impératif que les fonds soient obtenus sur les marchés nationaux. Malheureusement, dans les pays en voie de développement ces marchés ont généralement des ressources limitées et sont peu développés. Les instruments les plus fréquents sont les emprunts, avec ou sans aval (voir les paragraphes suivants.). Certains pays accroissent le nombre des investisseurs institutionnels locaux, en particulier les fonds d'assurances et de pensions qui investissent dans ces projets. Une fois de plus, si les instruments sont convenablement structurés pour s'adapter au gré du risque et du rendement (projets groupés pour diversifier le risque, avals pour réduire le risque, projets soigneu-

sement sélectionnés pour augmenter les bénéfices). De plus, des fonds sont apparus dernièrement dans l'infrastructure de financement privée nationale et internationale, qui peuvent être exploités dans le cadre de structures adaptées. Ces ressources financières privées doivent se limiter à des projets et à des entreprises de service public solvable (de plein droit ou par augmentation de crédit.).

Une des sources de financement mentionnées indirectement est l'aide étrangère bilatérale ou multilatérale. Ces ressources ayant un coût peu élevé ou nul, il est important de les employer le plus possible (dans les limites des restrictions qu'ils peuvent avoir). L'utilisation préférentielle des ressources de subventions devrait attirer d'autres ressources financières.

Toutes les options sont ouvertes

Le climat actuel d'aversion au risque et l'expérience de certaines activités spéculatives qui comprennent la participation privée peuvent faire que "les arbres cachent la forêt". Nous devons veiller à ne pas éviter la participation privée en raison de la situation actuelle. Du moins, le secteur privé peut nous offrir son expérience technique et de gestion d'un projet, même s'il ne contribue pas à son financement. Cela peut aller des prestations de conseil à la gestion de certaines fonctions (telles que la maintenance, la facturation et les recettes et le contrôle de la consommation non productive de l'eau). Une modalité exigeant davantage d'implication récemment proposée est la franchise, par laquelle un opérateur privé cède ses connaissances, un modèle et un système de gestion d'entreprise ainsi qu'un nom en échange d'une redevance d'entrée et d'un pourcentage sur les revenus. Cette modalité serait plus utile dans des systèmes petits et moyens qui ne possèdent pas d'économies d'échelle pour développer tous les systèmes de gestion nécessaires à un financement efficace. Cependant, cette modalité n'a pas encore été lancée.

Le secteur public dispose d'autres opportunités de participations non traditionnelles avec le secteur privé et de tirer profit du désir des grands consommateurs d'eau (par exemple, les industries

de boissons et minières) pour se consacrer au développement de la communauté et lui offrir une réponse responsable de leur consommation d'une grande part de cette ressource. Ce type d'implication de la communauté pourrait prendre la forme d'accès à ses systèmes d'approvisionnement en eau ou de transfert des connaissances, par exemple. Certains grands consommateurs d'eau, tels que Antofagasta Minerals au Chili, sont même devenus propriétaires de l'entreprise de service public d'eau, par conséquent, ils satisfont leurs propres besoins et ceux de la communauté. Au début de l'année 2008, Pepsi annonça une collaboration avec l'Institut de la Terre et H₂O Afrique afin d'améliorer l'accès à l'eau, à l'assainissement ainsi que l'irrigation au Brésil, en Chine, en Inde et en Afrique, avec un don de 8 millions de dollars en plus de l'expérience en gestion. Mi 2007, les Nations Unies ont lancé le Mandat de l'Eau du CEO (dans le contexte du Pacte Mondial), qui vise à contacter de grandes entreprises pour améliorer et approfondir leur implication dans la gestion responsable des ressources en eau. En mars 2008, 21 entreprises ont adhéré à cet appel à l'action et aux principes stratégiques (Nestlé, Coca-Cola, Diageo, Unilever et Dow Chemical, entre autres).

Structuration financière des projets

Compte tenu des grandes variations dans les caractéristiques des projets de services d'approvisionnement en eau, du risque politique et social relativement élevé implicite et de la rareté des fonds, il faudra explorer toutes les sources de financement disponibles. La disponibilité de ces sources pour un investissement donné est fonction de la modalité choisie pour la fourniture des services, des conditions économiques, sociales et politiques dominantes dans le pays, de la gouvernance du secteur et de la disponibilité des instruments pour réduire le risque omniprésent. Nous pouvons tirer des leçons de l'échec de nombreux projets dans un passé récent qui n'ont pas su incorporer les conditions prédominantes et l'environnement du secteur dans la conception du projet.

En fonction des modalités de la fourniture du service, les différentes parties impliquées affronteront divers risques et pourront bénéficier de ré-

compenses et obtenir de même, différents instruments d'incitation, ce qui affectera l'efficacité de la fourniture du service et l'accès aux ressources financières. Ces modalités peuvent se matérialiser sous différentes formes allant de la fourniture par une agence gouvernementale, d'une entreprise de service public de l'état à des coopératives de clients et à divers accords du secteur privé avec différentes autorités. A l'aide des incitations et des réglementations appropriées, ce large éventail de responsabilités peut être employé pour tirer partie du meilleur des deux mondes, c'est-à-dire, ce que doit offrir le secteur public et le secteur privé dans les conditions actuelles.

Les conditions locales sont cruciales pour déterminer le mode de structuration et de financement des investissements. Cependant, certaines faiblesses peuvent être contrecarrées grâce à l'application d'instruments de réduction de risques. Comme nombre des conditions locales affectant les projets hydrologiques des pays en voie de développement sont fragiles, la réponse la plus tentatrice est d'adopter des solutions relevant strictement du secteur public. Cependant, cette démarche peut faire perdre d'importantes possibilités d'attirer d'autres fonds et, en tous les cas, elle peut aussi échouer, car en dernier recours, la fourniture des services d'approvisionnement en eau dépend de l'espace fiscal du gouvernement.

Il existe certaines modalités qui opèrent malgré quelques conditions locales fragiles avec ou sans instruments de réduction. Si, par exemple, la direction compétente trouve que le cadre légal est fragile, les modalités adéquates sont celles qui n'exigent pas d'avoir recours à ce cadre (comme les entreprises de service public totalement publiques, les coopératives et l'externalisation des services). Si, outre le cadre légal fragile, le risque politique est élevé, l'externalisation est impossible, mais si nous trouvons un instrument de réduction tel que le prépaiement des services fournis, l'externalisation peut alors être viable. Si l'espace fiscal est fragile, les seules modalités viables sont celles qui reposent sur le secteur privé et ne requièrent pas de paiements gouvernementaux, mais si outre l'espace fiscale fragile, le cadre légal est aussi fragile, ces modalités cessent d'être viables. Il est inutile alors d'insister sur une conces-

sion privée ou du Ministère du Commerce, car elle est vouée à l'échec à plus ou moins long terme, en effet, ces modalités exigent des cadres légaux et régulateurs forts et consistants.

Augmenter la disponibilité des ressources financières par la réduction des risques

La dernière étape pour augmenter l'investissement dans les services d'approvisionnement en eau (après avoir amélioré l'environnement de l'investissement, le fonctionnement des actifs existant, d'avoir évalué les besoins et les trous dans les nouveaux investissements et d'avoir décidé du financement adéquat pour l'investissement) est d'utiliser les instruments financiers disponibles pour réduire autant de risques d'investissement que possible afin d'augmenter le profil entre risque et rendement. Certains des instruments réduiront les risques inhérents à la structure et d'autres réduiront les risques implicites des sources financières choisies. Certains de ces risques affectent même des projets du secteur public pur, bien que ceux à participation privée s'affronteront à des groupes de risques plus larges dérivés des rapports entre les parties privées et publiques.

Les risques seront classés en trois grandes catégories : risques de la construction, risques commerciaux et financiers et risques politiques. Parmi les risques de la construction durant la phase de construction du projet, se trouvent les risques qui ont trait à la terminaison (la possibilité que le projet ne soit pas terminé à temps et au coût estimé) et les risques associés, tels que les accidents, les incendies et similaires. Les risques commerciaux et financiers sont ceux qui se rapportent au fonctionnement de l'investissement et comprennent l'exposition à l'inflation, à la dépréciation de la monnaie, aux pertes de revenus, d'intérêt et contenu du financement (c'est à dire, les risques qui interviennent dans une dette à taux d'intérêt variable ou à court terme qui exigent un nouveau financement). Les risques politiques se rapportent aux changements dans les conditions contractuelles de l'investissement et au cadre légal et régulateur (y compris la dévaluation et la conversion de la monnaie), l'expropriation immédiate et les actes de guerre ou de terrorisme. Certains de

ces risques affectent tous les projets indépendamment de la propriété, tandis que d'autres sont fonction de la propriété et de la structure financière. Certains sont réduits grâce à une assurance (accidents, guerre et terrorisme, conversion de monnaie), d'autres exigent des avals ou d'autres accords contractuels avec des tiers et d'autres ne peuvent être réduits à aucun prix raisonnable.

La possibilité de réduire les risques financiers peut avoir un impact significatif sur la viabilité de l'investissement et des ressources financières attractives. Les risques financiers les plus habituels proviennent du sous-développement relatif des marchés financiers locaux et de l'aversion au risque des marchés internationaux qui tendent à fournir des quantités limitées de ressources dans des proportions moindres que nécessaires. Les investissements en services d'approvisionnement en eau sont à longs termes d'amortissement et exigent de larges volumes. Cependant, les marchés internationaux tendent à offrir des termes plus courts qu'il ne serait souhaitable. Une façon de réduire ce risque de refinancement est d'obtenir des avals d'institutions multilatérales, généralement sous forme d'aval faisant face à la dette au cas où le prestataire ne pourrait le faire (normalement c'est un aval circulant qui garantit, la première année et s'élargit à une seconde année si le prestataire remplit ses obligations et ainsi de suite). Cet aval permet au prêteur d'élargir les conditions du crédit car il augmente la possibilité de faire face à la dette. Ceci s'applique également aux corporations publiques bien que dans ce cas, il est possible que le gouvernement élargisse l'aval. (Bien que le risque de retard de paiement devienne un risque politique et que les prêteurs pourraient demander un aval externe). En ce qui concerne le taux, ces avals peuvent aider à réduire le coût total des crédits et favoriser en conséquence, l'accroissement de la viabilité des investissements et de la participation du secteur privé.

L'exposition aux devises étrangères présente un risque critique. Les fluctuations des taux de change auront un effet sur l'investissement car les revenus des projets hydrologiques sont obtenus en monnaie locale. Cet écart entre la monnaie dans laquelle la dette est libellée et la monnaie des revenus donne lieu à l'exposition aux devises étran-

gères et au risque causé par les taux de change fluctuants (dépréciation) ou le taux fixe de change (dévaluation). En conséquence, les obligations et le paiement de la dette deviennent plus coûteux et le bilan économique du projet se détériore. Il existe très peu d'options faciles pour réduire ce risque. La plus évidente est de l'éviter par l'obtention d'un crédit sur les marchés locaux. Toutefois, les marchés financiers de la plupart des pays en voie de développement ne sont pas en mesure d'offrir des crédits aux montants et conditions nécessaires pour les projets de services d'approvisionnement en eau. Dans certains pays, les investisseurs institutionnels sont encouragés (comme les fonds de pensions, les compagnies d'assurances et les placements collectifs), qui possèdent des obligations à long terme et peuvent investir dans ce type de projets. Cependant, bien qu'ils puissent acquérir des actifs réalisables à long terme, les investisseurs institutionnels ont besoin de liquidité et d'un bon indice de solvabilité sur ces actifs. Une option est d'exécuter plusieurs projets et d'émettre des instruments de dette collectifs au travers d'un intermédiaire financier ordinaire (c'est à dire "assurer", ou émettre des titres garantis par des crédits pour ces projets, méthode qui est généralement utilisée) ou par une institution finale (qui peut exiger l'aval explicite ou implicite du gouvernement ou d'une entité étrangère). Une option alternative consiste à obtenir suffisamment d'avals pour solliciter un crédit sur le marché (voir ci-après).

Une autre façon de réduire ce risque est de libeller les recettes en devises étrangères, comme dans le cas de Aguas Argentinas à Buenos Aires. Malheureusement, comme tout le monde le sait, cette expérience se termina mal. La dévaluation frappa violemment et l'augmentation nécessaire du tarif fut politiquement et économiquement insoutenable. Cependant, cette option peut fonctionner quand les probabilités ne sont que de petites dépréciations incrémentielles de la monnaie. Cela équivaldrait à indexer les tarifs sur l'inflation. Si le risque commercial se réduit de cette façon, il se transforme en un risque politique, car le gouvernement ou l'entité régulatrice devoir approuver l'augmentation des tarifs. Ce système, pourtant, tend à se fracturer quand les élections approchent. Si les attentes sont que les taux de change ne soient pas unidirectionnels (généralement vers le

bas), une autre option pour réduire ces risques est d'obtenir des lignes contingentes de crédit pour couvrir les déficits temporaires dans l'attente de récupérer les pertes quand la tendance s'inverse. Enfin, le risque de monnaie étrangère peut aussi être réduit par l'établissement de tarifs supérieurs au niveau requis, générant ainsi des revenus supplémentaires qui pourront être économisés et utilisés lorsque les tarifs ne seront pas suffisants et n'offriront pas les revenus minimums nécessaires. La dernière option est à peine applicable, bien que toutes les options doivent être étudiées.

Des institutions multilatérales comme la Banque Mondiale et les banques pour le développement offrent des avals de risque de crédit qui normalement sont dénommés aval de risque partiel parce qu'ils ne couvrent que l'impayé produit par certains événements prédéterminés (pas n'importe quel événement). Cependant, les avals de crédit partiel comprennent une partie de l'impayé dans un spectre de circonstances plus large. Les avals complets de sollicitude de crédit couvrent la totalité de la somme du prêt, normalement ils sont utilisés pour améliorer la solvabilité des instruments de dette locaux ou internationaux et sont garantis par ce qui est dénommé des assureurs monoligne (spécialisés). En ce qui concerne le taux, ces avals peuvent réduire le coût de la demande et augmenter la disponibilité des ressources financières, permettant que le projet exploite d'autres marchés financiers et d'autres spéculateurs des marchés comme les investisseurs institutionnels.

Un autre grand groupe de risques est constitué par ce qui est dénommé risques politiques et régulateurs : il fait référence à l'exposition des investissements aux décisions politiques et régulatrices, ce qui donne lieu à ce qui pourrait s'appeler risque politique, c'est à dire le risque résultant des politiques gouvernementales. Les réductions de ces risques sont limitées et impliquent d'assurer que les régulateurs sont compétents et indépendants. Ces risques politiques sont plus difficiles à réduire et les compagnies d'assurances et d'avals offrent moins de couverture (bien que certaines commencent à inclure les risques politiques dans leurs produits).

Certaines compagnies garantissent des événements concrets comme le paiement pour finali-

sation (à cet effet, elles obtiennent des contre-garanties du gouvernement). Comme l'indique clairement le départ de nombreux opérateurs privés du secteur de l'eau en Amérique Latine, les échecs politiques ont été la cause la plus courante de la renégociation de contrats et des échecs des investissements. Ces échecs peuvent conduire à ce qui peut être dénommé expropriation graduelle, c'est à dire la perte de la valeur d'un investissement résultant du manquement aux accords originaux. Dans le cas du capital privé exposé au risque, il peut conduire à l'échec de l'investissement, bien que dans le cas d'une entreprise de service public à capital public, il peut conduire à la détérioration du service et au besoin de faire appel à davantage de fonds publics.

Les problèmes créés par la conversion de la monnaie relèvent aussi du gouvernement. Si le projet dispose d'un financement externe (par l'augmentation de capital et /ou l'endettement) il exigera de convertir la monnaie locale gagnée en devises pour payer ponctuellement les dettes. (Ceci ne se réfère pas au taux de change considéré plus haut, mais à la disponibilité de la devise étrangère). Certains pays offrent des assurances et/ou des avals de disponibilité, mais le risque existe toujours. Ce type d'assurance de convertibilité est offert par les compagnies internationales, telles que l'Organisme Multilatéral d'Investissements (OMGI) et les agences nationales de crédits à l'exportation (pours les investissements des particuliers du pays). C'est l'assurance de risque politique "traditionnelle". Récemment, des élargissements de cette assurance de risque politique ont été réalisés pour couvrir le manquement aux contrats et le non respect d'une décision arbitrale (c'est-à-dire, quand le gouvernement ne reconnaît pas les résultats de l'arbitrage contraignant).

Des avals ou assurances plus compliquées sont apparus pour couvrir le cas où un gouvernement ne peut faire face à ses obligations contractuelles (risque politique). La plupart a été offerte par des institutions financières multilatérales et comprennent le manquement aux paiements pour finalisation, des paiements pour consommation, des subventions, l'impossibilité d'augmenter les tarifs,

l'impossibilité de réaliser des apports et les changements spécifiés dans les lois, les réglementations, les impôts et l'annulation de licences, entre autres.

Après avoir sélectionné la structure initiale d'un projet, y compris les réductions des risques, une analyse doit être réalisée pour s'assurer qu'un risque n'en remplace pas un autre, comme par exemple, la conversion d'un risque commercial (revenus) en un risque politique en acceptant l'aval d'un gouvernement. Dans ce cas, il faudra considérer la capacité fiscale et politique du gouvernement de faire face au paiement, sa volonté politique et l'indépendance à l'interférence politique pour assumer ces engagements.

Enfin, le risque que certains gouvernements désirent avoir le contrôle des services d'approvisionnement en eau existera toujours, notamment, au niveau sous-national qui est relativement plus visible, les gouvernements changent plus souvent et le niveau de développement institutionnel est moindre. Ces risques sont difficiles à éviter. Si l'analyse montre qu'ils sont présents dans une situation donnée, il faudra tenir compte de structures présentant une implication de la part du secteur public, en sacrifiant parfois, d'éventuelles sources de financement et de connaissances technologiques et de gestion. La durabilité à long terme des services est aussi un facteur essentiel à considérer.

CONCLUSIONS ET RÉSUMÉ DES MESSAGES

Les transactions en tant qu'instrument de la gestion intégrée de l'eau et le financement des services de l'eau dans les pays émergents

1 PRÉSENTATION DES SÉANCES

Held as part of the Expo, the Theme Week on the Durant la semaine du 28 juillet au 1 août, dans le cadre de l'Expo de Saragosse, s'est tenue la Semaine Thématique sur l'Économie et les Finances de l'Eau, portant sur deux axes thématiques : "Marchés de l'Eau" et "Financement de l'Eau dans les Pays Émergents". Cette semaine a été organisée par la Tribune de l'Eau en collaboration avec la Fondation Biodiversité.

Cette semaine a traité des transactions de l'eau devenues réalité dans des pays comme l'Australie, les États Unis et l'Inde et qui deviendront à l'avenir des instruments essentiels à la gestion de l'eau. En Espagne, elles ont constitué l'élément clé pour garantir l'eau dans le sud-est espagnol au cours de la dernière sécheresse.

Cette semaine a été inaugurée par les Maires de Saragosse et de Huesca, par le Directeur de la Tribune de l'Eau et par la nouvelle Directrice de la Fondation Biodiversité du Ministère de l'Environnement, Milieu Rural et Marin, Mme Ana Leyva. Plus de 250 experts de 24 pays ont été invités et 60 conférenciers et panélistes d'Australie, du Chili, des États Unis, de l'Inde, d'Israël, de Jordanie, du Canada et d'Espagne ont débattu des transactions et de leur rôle présent et futur d'instrument de la gestion publique afin d'assurer une allocation et un usage de l'eau efficient, de gérer la pénurie et la sécheresse et servir d'outil de Solutions de conflits.

Douze Experts de la Banque Mondiale et de différents pays (Mexique, Équateur, Pérou et Israël) ont traité des différents aspects du finance-

ment des investissements dans les pays émergents. L'importance du climat politique et économique de ces pays a été soulignée pour assurer la viabilité des investissements et le fonctionnement des systèmes d'approvisionnement d'eau. Ils ont convenu que les ressources financières devaient provenir tant des usagers que des contribuables, des donateurs publics et des investisseurs privés. Différents cas ont illustré le succès de l'application de ces principes. Durant la semaine thématique la Banque Mondiale a organisé une vidéo conférence sur les Schémas de Financement Hybride des Infrastructures de l'Eau donnant lieu à une réflexion sur les systèmes mixtes de financement public-privé qui sont apparus ces dernières années en réponse aux crises survenues dans différents pays tels que l'Argentine ou la Russie et qui tendent à distribuer les risques et responsabilités entre les deux secteurs lors du financement de grandes infrastructures. Les participants à distance du Sénégal, Maroc, Jordanie et Turquie ont discuté des moyens d'améliorer le financement du secteur et du rôle important du financement et de la gestion publique.

Durant la semaine thématique, des activités parallèles se sont déroulées, comprenant un acte abordant les alternatives innovatrices de financement permettant d'atteindre les Objectifs du Millénaire d'accès à l'eau potable et à l'assainissement, organisé par l'Agence Basque de l'Eau et le Bureau des Nations Unies à Saragosse de Soutien à la Décade de l'Eau; et deux débats ouverts au public de l'EXPO sur la valeur et le prix de l'eau organisés par Agora qui ont démontré l'intérêt de la population pour cette question.

Durant la semaine thématique, l'action du changement climatique qui affecte les précipita-

tions et les températures a été mise en évidence de même que les scénarios prévus par les Experts soulignent une dégradation de plus en plus grande. Ce fait affectera davantage les pays qui comme l'Espagne ont déjà des problèmes d'insuffisance d'eau pour satisfaire la demande existante et représentera, par conséquent, un défi pour la gestion de l'eau. L'augmentation de la demande motivée par la croissance de population et de l'économie et la pollution de l'eau potable sont des aspects qui aggravent ce problème. Toutes ces circonstances mènent à une croissance des conflits et à une concurrence pour une eau de qualité dans les différentes parties du monde. Par conséquent, il est nécessaire de limiter les demandes et d'utiliser l'eau de façon adéquate. Il faut examiner de nouvelles alternatives d'approvisionnement et des options de gestion allant au-delà des options traditionnelles orientées vers l'offre. L'une de ces options de gestion efficace est les transactions d'eau pour lesquelles il existe un accord volontaire de cession d'eau à d'autres usagers ou à l'administration de l'eau en échange d'une compensation.

Suivant l'expérience californienne présentée par Ellen Hanak (Institut de Politiques Publiques de Californie) et Michael Hanneman (Université de Berkeley), il faut considérer les transactions comme une des alternatives d'un "menu" d'options qu'il convient d'évaluer par rapport à leur coût, leur garantie, leur impact environnemental et le contexte social. Le changement climatique et ses impacts exige de la part des responsables de la gestion de l'eau un changement incontournable et sans sursis du mode de gestion des ressources de façon à maintenir également la qualité environnementale et les écosystèmes et à gérer correctement les sécheresses- qui, généralement sont prévisibles.

Des Experts de premier ordre d'Australie, du Chili et des États Unis tels que Richard Howitt (Université de Californie, Davis), Guillermo Donoso (Université Pontificale du Chili), Carl Bauer (Université de l'Arizona), Mike Young (Université d'Adelaide, Australie) ont analysé et évalué l'expérience acquise dans leurs pays où les transactions d'eau sont déjà une réalité depuis une dizaine d'années dans leurs différentes modalités. Pour les Experts de ces pays, il est clair que les transactions ont eu des impacts favorables manifestés par une augmentation de l'efficacité physique et économique de l'usage de cette ressource,

la réallocation entre usages conformément aux exigences de qualité, la diminution des tensions et des conflits et dans certains cas, la création d'un meilleur développement intégral. Cependant, il a été conclu que l'allocation en elle-même n'est pas le seul objectif de la politique de l'eau, car d'autres aspects doivent être pris en considération tels que préserver les activités rurales et les services environnementaux qu'elles fournissent, garantir l'emploi, les revenus et l'équilibre territorial. Les questions des effets de ces transactions sur les usagers plus défavorisés et les questions d'équité sont l'un des aspects les plus importants de l'analyse de cette expérience.

Des Experts internationaux de renom tels que Alon Tal (Institut Arava des Études Environnementales, Israël); Henning Bjornlund (Université du Sud de l'Australie et de l'Université de Lethbridge, Alberta, Canada); ou Mordechai Shechter (Université de Haifa, Israël) ont souligné que l'expérience d'Israël doit être considérée essentiellement comme des accords coopératifs. Dans le cas de l'Australie, l'intervention du gouvernement est nécessaire et fondamentale pour garantir l'approvisionnement durable en eau et éviter les pratiques de monopole présentes dans les transactions –donnant lieu à des prix excessifs contrôlés par le vendeur.

Il est très important, par conséquent, que l'administration de l'eau ait la capacité de gérer ce nouvel instrument et établisse des normes claires réglementant et supervisant les opérations, y compris l'établissement de règles formelles pour l'exécution et supervision des transactions, assurant la transparence et évitant, par exemple, que ne se produisent des transactions d'eau qui n'était pas utilisée, que cette eau ne soit pas utilisée par ceux qui la cèdent ou que les prix soient excessifs. La création de registres efficaces des titulaires de concessions et de droits d'usage de l'eau et les accords d'échange eux-mêmes qui soient transparents et facilement accessibles à tous à un coût abordable et jouissant du soutien de la loi est fondamentale. Pour toutes ces raisons, au-delà d'une Loi permettant de réaliser des transactions, il doit exister un personnel spécialisé dans les organisations publiques afin que des effets indésirables ne puissent se produire.

Selon David Katz de l'Université de Tel Aviv et Robert Rose de l'Agence de Protection Environne-

mentale du Gouvernement Fédéral des États Unis, il faut éviter que les échanges donnent lieu à des impacts environnementaux et considérer qu'ils peuvent aussi servir d'instrument pour la conservation de la qualité des écosystèmes aquatiques. Il est donc indispensable que l'administration de l'eau fixe et assure le respect du régime des débits environnementaux et les objectifs de qualité, outre établir dans les accords/contrats d'échange, le traitement des impacts environnementaux. En aucun cas, l'existence de transaction ne peut être synonyme de moins de gestion publique de l'eau, sinon tout au contraire.

Les experts australiens ont défendu le développement de modalités de transactions beaucoup plus innovatrices telles que le sont les contrats d'option, les marchés de futurs et les contrats conditionnels comme des mécanismes visant à améliorer l'allocation et la distribution du risque, compte tenu de la variabilité dans la disponibilité de l'eau. Dans la modalité de contrats d'option, les entreprises d'approvisionnement ou les installations industrielles exigeant une haute garantie accorderaient avec d'autres usagers, de disposer de l'option d'utiliser leur concession d'eau en cas de sécheresse. Les cédants potentiels recevraient en échange une compensation annuelle – une assurance de garantie – pour une eau qu'ils ne cesseraient d'utiliser que durant les années de sécheresse. Le rôle important des "brokers" de l'eau en Australie a été abordé. Ces derniers sont indépendants (bien que réglementés) de l'administration de l'eau et ont pour mission de rapprocher les acteurs éventuels intéressés par les transactions et ainsi d'assurer l'existence de suffisamment d'offrants et de demandeurs disposant d'une information transparente et ouverte à tous par voie électronique.

Une journée a été consacrée à l'évaluation de l'expérience espagnole dans les transactions d'eau. Les expériences récentes de transactions en Espagne structurées à partir des dénommés Centres d'Échange et les Contrats de Cession ont été présentées et débattues. La réflexion s'est portée sur leur pertinence en tant que mécanismes pour résoudre des situations de sécheresse et améliorer la qualité environnementale. Les Experts nationaux ont convenu que les transactions ont été utiles pour répondre à des situations critiques de pénurie durant la dernière période de sécheresse bien que le volume d'eau négocié ait été marginal

par rapport à l'eau totale utilisée en Espagne. Les transactions doivent être évaluées en fonction de leur importance pour garantir l'approvisionnement d'eau dans les zones urbaines côtières et pour les activités agricoles qui requièrent une large garantie, comme dans le cas des cultures d'arbres (fruitiers, oliviers, vignes). Les intervenants des différentes séances étaient d'accord sur le fait que le moment actuel de changement dans l'allocation des ressources, motivé par une plus grande pression dans certaines zones et la probabilité d'un plus grand nombre d'épisodes de sécheresse dû au changement climatique exigent ce type d'instrument ainsi que de nouvelles politiques et approches de la gestion.

2 RÉSUMÉ DES DÉBATS

Lors de la Première séance consacrée à l'analyse du problème de la rareté et des conflits pour l'eau l'un des débats a abordé la question de l'origine et de la gestion des conflits pour l'eau dans les bassins transfrontaliers. Il a été discuté du conflit pour les fleuves partagés par le Mexique et les USA – Fleuve Colorado et Río Grande- et par l'Espagne et le Portugal – fleuves Duero, Tajo et Guadiana- Dans le premier cas, il a été conclu que l'origine de ce conflit résidait dans la conception différente que chacun de ces états avait des droits de propriété, entraînant des modèles de gestion très différents. Dans le cas espagnol, les différences sont d'une certaine façon provoquées par les différents intérêts des communautés espagnoles affectées. En tous les cas, quand les ressources en eau sont limitées et qu'une réallocation des droits est nécessaire, il y aurait toujours des gagnants et des perdants : le problème principal est de bien définir à qui appartiennent les droits. Les intervenants ont estimé qu'une solution satisfaisante aux conflits pour l'eau devrait être basée sur l'établissement d'incitations à la coopération afin de parvenir à des situations où tout le monde gagne. De plus, l'idée que dans la majorité des cas, les facteurs externes environnementaux et économiques ne sont pas correctement pris en compte a été soulignée. Il est par conséquent nécessaire de parvenir à des Solutions adaptatives dans le modèle de gestion des bassins afin de pouvoir affronter les défis émergents concernant la disponibilité de l'eau qui est directement conditionnée par le changement climatique et l'accroissement de la

demande. Cependant, toute solution requiert une révision périodique afin de pouvoir réagir à temps au changement climatique et aux nouvelles conditions hydrologiques et anthropologiques. Ces réponses adaptatives et une évaluation permanente de l'impact de leurs actions doivent apporter des solutions et des accords qui répondront mieux aux priorités immédiates tout en tenant compte d'un modèle de gestion à long terme.

La seconde séance avait pour objet d'analyser les défis que le besoin d'encourager la coopération, la résolution et la prévention de conflit représente pour les institutions. Un débat s'est engagé, centré sur le changement institutionnel et le rôle des acteurs affectés par la gestion dans ce changement. Il a été considéré que les intérêts des parties affectées devraient être bien définis et incorporés au paradigme de la nouvelle gestion. Les valeurs éthiques sont un élément important de la gestion efficace de l'eau car la relation entre société et eau est fondamentale dans la résolution de conflits lorsqu'ils interviennent dans un contexte de pénurie croissante. Par conséquent, la gestion de l'eau exige une bonne gouvernance. Pour y parvenir, il est nécessaire de conjuguer pouvoir – comme un processus de prise de décision effectué dans la gestion de l'eau émanant des hautes instances – et l'autorité morale issue des personnes plongées dans la tâche d'affronter les problèmes sur le terrain. La gouvernance nécessaire à une meilleure gestion plus efficace de l'eau ne peut être atteinte qu'au travers de la participation publique.

La troisième séance a été animée par un débat sur le modèle de gestion de l'eau en Californie. Les intervenants ont montré une attitude critique à l'égard du mode de développement de la gestion car pour eux, le volume d'eau transvasée du nord au sud durant des décennies a été très supérieur aux besoins réels, donnant l'impression que l'eau est une ressource abondante dans la région, ce qui se manifeste par la présence de grands espaces vertissant privés que publics – dans un climat aussi sec. Le gouvernement fédéral fournit de l'eau au sud avec une grande subvention et l'utilisateur ne paie pas son coût réel, en conséquence, la demande s'accroît. Il a été noté que cette gestion est complexe car la plupart des usagers sont des villes ou de puissantes corporations agraires qui n'aiment pas voir remis en question l'usage qu'ils font de l'eau. Dans les conditions actuelles, l'usage de

l'eau en Californie n'est pas basé sur une gestion positive des ressources. Le portefeuille de propositions qui considèrent les ressources non conventionnelles et les options basées sur la gestion de la demande en vue de l'usage des possibilités marginales de l'eau sont des alternatives non réalistes car elles ne tiennent pas compte des nouveaux scénarios de disponibilités que les effets du changement climatique ont entraînés en Californie.

La quatrième séance consacrée à la théorie et à la pratique de la réforme institutionnelle pour incorporer les marchés de l'eau à la gestion intégrée a porté sur l'analyse de l'expérience des marchés de l'eau en Australie et au Chili. Il a été discuté de la nouvelle législation australienne et notamment, si elle parviendra aux objectifs de la gestion intégrée des ressources en eau. Il existe différents points de vue sur les mérites obtenus par un modèle de gestion fragmentée tel qu'il existe en Australie, en ce qui concerne l'amélioration de la gestion intégrée des ressources. Les intervenants considèrent nécessaire que la réforme légale australienne établisse une planification globale du gouvernement central pour tous les bassins afin de coordonner les actions des différents états et de mettre en commun l'information concernant les ressources disponibles et les actions réalisées. Aujourd'hui, il y a débat sur la mise en œuvre de la gestion intégrée des ressources en eau en Australie, basé sur la réforme de la loi qui n'a pas pris en considération les objectifs de la GIRE. Malgré tout, l'Australie tente d'intégrer la gestion des ressources en eau de façon à ce que les usages non économiques soient en interrelation avec les usages pour lesquels l'eau est un bien économique. Ainsi, la nouvelle législation australienne permet l'allocation d'eau à des fins environnementales par le biais des marchés avec la participation des usages environnementaux à des fins d'évapotranspiration, toujours supervisée par l'état. Dans la pratique, cela implique uniquement un minimum de débit environnemental dans les niveaux de flux du fleuve. Pour certains participants aux débats, cette pratique n'est réalisable ni sur le plan économique ni sur le plan environnemental car ses objectifs sont opposés, bien que d'autres maintiennent qu'elle constitue le meilleur moyen de minimiser l'opposition des autres usagers lors de la captation de débits pour l'environnement. Dans le cas chilien, l'intervenant maintient que le système de marché au Chili, est parfaitement compatible avec l'environnement car

il est considéré comme un usager parmi d'autres auquel le gouvernement assigne des débits minimums et de ce fait, seule l'eau excédante est objet de commerce. Cependant, pour certains participants, les faits démontrent que dans la pratique ce modèle ne fonctionne pas car au Chili les demandes environnementales ne sont pas respectées.

Durant la cinquième séance consacrée à l'analyse du cadre institutionnel pour le marché de qualité de l'eau, le débat s'est centré sur l'analyse du problème de la pollution de l'eau en tant que concentration de polluants qui pourrait être combattue par leur dilution. A cet effet, les marchés se dessinent comme une alternative car ils permettraient d'acheter de l'eau pour en diluer la pollution. Une question qui a également été discutée est le traitement à donner aux plus grands pollueurs car avec ce mécanisme, il semble qu'ils aient acquis le droit de polluer. Pour les intervenants, avec ce modèle, il y a toujours des gagnants et des perdants et nombre d'entre eux sont encore impunis à ce jour. Les intervenants soutiennent que cette situation ne peut pas durer, qu'il existe des instruments pour répartir la responsabilité de la pollution de façon plus équitable. Dans ce sens, le plus simple serait que l'État paie les agriculteurs afin qu'ils réduisent la pollution et sanctionne ceux qui ne le font pas. L'expérience montre que le modèle ne fonctionne pas car en Australie, par exemple, ceux qui ne réduisent pas les émissions ne sont pas sanctionnés, le système ayant un caractère volontaire. De plus, les agriculteurs se montrent méfiants en ce qui concerne les normes gouvernementales. La question clé du débat serait de trouver un équilibre entre les obligations des parties affectées, ceux qui polluent et ceux qui demandent de l'eau propre. Un modèle basé sur des dégrèvements fiscaux encourageant la non pollution serait une alternative viable.

Établir l'achat-vente de droits d'émissions au travers des marchés permet de stimuler des formes institutionnelles. A cet égard, le débat est centré sur la nécessité d'établir des lois explicites pour activer ces marchés. Ainsi, certains manifestent que le marché requiert un cadre clair mais ne peut être réglementé afin de demeurer souple et actif. Une des questions débattues concernait la fixation a priori d'un prix dans les accords et dans ce cas déterminer si son montant doit être égal au coût de la réduction de la pollution. Pour

l'intervenant, le prix est fixé par le marché. Pour certains participants, l'idéal est qu'il y ait un ensemble de systèmes d'intermédiation.

Durant la sixième séance consacrée à la discussion des modèles d'allocation de l'eau économiquement efficace et les limitations des instruments de Marché, l'expérience chilienne a été à nouveau évoquée pour aborder le débat. Il s'agit d'un cas clair d'application orthodoxe de la théorie économique au domaine de la politique de l'eau. Pour l'intervenant, deux décisions furent essentielles à l'évolution de la gestion de l'eau au Chili : la propriété privée de la ressource et la privatisation des services de l'eau. Durant de nombreuses années, l'expérience chilienne a représenté l'exemple type des bénéfices du libre Marché et une référence au paradigme de la gestion efficiente de l'eau. Cependant, des questions se posent : la gestion de l'eau au Chili parvient-elle véritablement à l'efficacité économique, la pauvreté a-t-elle été réduite et l'état environnemental des rivières s'est-il amélioré ? La question fondamentale est de savoir si le Chili est aujourd'hui en meilleure position grâce à ce procédé de privatisation même si la comparaison avec la situation actuelle n'est pas vraiment nécessaire.

La septième séance consacrée à la réflexion sur le mythe des marchés a suscité un débat sur la dimension réelle des marchés de l'eau et si ces derniers peuvent être considérés comme de véritables marchés. En ce sens, il a été discuté des critères qui doivent prédominer pour évaluer les marchés : la rationalité économique, la rationalité sociale ou la rationalité politique car dans la pratique, elles ne coïncident pas. La remise en question des marchés par l'un des intervenants s'est basée sur le caractère temporaire des lois économiques et de l'évaluation des biens. De plus, il soutient que les marchés existant ne permettent pas leur libre accès. La question de fond est de déterminer si l'eau est ou n'est pas un bien public. En tous les cas, il ne faut pas parler de marchés de l'eau mais de commerce de l'eau car il s'agit d'achat-vente entre particuliers. Les marchés sont plus réalisables à petite échelle car à grande échelle, des problèmes de réallocation surgissent. Le débat sur les marchés réglementés ou non réglementés est traité partiellement car il est essentiel de considérer les particularités de chaque cas. Mais il est certain que l'État doit participer à ce système quelle qu'en soit la forme. Pour l'un des intervenants, il doit en

constituer une partie fondamentale car il pourrait jouer un rôle clé en établissant et réglementant les normes de son fonctionnement, à l'aide, par exemple, d'un mécanisme d'enchères fixant les prix et attribuant l'eau à l'acteur qui la valorise le plus ou encore dans la résolution des conflits.

La huitième séance qui a analysé l'expérience australienne et californienne dans la mise en œuvre de marchés a été très productive. Le débat s'est centré sur l'évaluation des impacts provoqués par ces marchés sur l'environnement et les tierces parties. Dans ce sens, les participants ont examiné le risque d'apparition de monopoles qui ce sont clairement révélés dans le cas de la banque de Californie. Dans le cas australien, l'apparition est moins probable car la loi nationale permet l'intervention gouvernementale pour les éviter. Il a également été discuté des effets sociaux des marchés entraînant une intensification de l'abandon de l'activité agricole. Dans le cas australien, les marchés ont été positifs car ils ont limité les pertes et ont mis à l'écart du secteur les agriculteurs qui sinon les auraient utilisés sans discernement. Pour éviter ces processus en Californie, il s'est créé un fonds de compensation pour les communautés affectées dont la gestion est supervisée par l'administration. En ce qui concerne le contrôle des effets environnementaux, il a été souligné qu'en Australie le contrôle à cet égard est plus rigoureux car la majorité des normes ont été créées à cette fin.

Le débat a également porté sur la meilleure façon de distribuer les coûts que l'utilisation des infrastructures nécessaires au fonctionnement d'un marché implique. Les intervenants considèrent que les règles de fonctionnement du marché devraient être contrôlées par le gouvernement et que les coûts d'usage doivent être financés par une redevance appliquée aux propres usagers. En outre, le prix payé pour l'eau devrait comprendre les pertes survenues durant le transport de cette ressource. Les avantages respectifs des banques et des échanges entre particuliers ont fait l'objet d'une réflexion qui a abouti à la conclusion que les banques, bien que moins souples, offrent l'avantage de jouir d'une plus grande confiance des participants. L'évolution naturelle des banques de l'eau serait les marchés de futurs car ils permettent également d'attribuer les risques. La participation de brokers sur le marché, de même, a été débattue. Ces derniers offrent un élément po-

sitif en permettant d'accélérer l'affaire. En général, tous les intervenants ont coïncidé sur la nécessité de dissocier les droits de l'eau de la terre car de cette façon, il est plus simple de partager les coûts de l'eau entre les parties.

La neuvième séance a été consacrée au rôle des marchés formels face aux marchés informels. Le débat a servi à évaluer le rôle que les marchés informels ont réellement tenu en Inde et la nécessité existante dans ce secteur de mettre en place des marchés formels plus réglementés. Ce type d'instruments serait un outil essentiel à la mise en valeur du grand capital du pays. Du rôle des marchés dans la résolution du conflit arabo-israélien, il a été clairement déclaré que la résolution du problème de l'eau ne dépend pas du possesseur de l'eau, de sorte que la répartition de l'eau ne doit pas affecter les processus de paix. Il est admis que les palestiniens sont disposés à payer l'eau mais devront accéder aux droits. En tous les cas, il ne faudrait jamais surestimer le rôle des marchés, car le problème doit être abordé comme un problème de gestion des eaux souterraines dans un contexte de conflit.

Les débats de la dixième séance ont porté sur les questions ayant trait à la gestion de la sécheresse et la pénurie d'eau en Espagne face au défi de l'application de la Directive Cadre. Le problème de la nécessité de la réallocation des ressources disponibles a été traité dans un contexte de pénurie croissante comme dans les cas des bassins espagnols. Dans ce sens, les intervenants ont affirmé que les plans actuels de bassins tiennent compte de ce nouveau scénario hydrique. Les usages environnementaux ont eu une place importante dans les débats. En effet, ils sont présents dans la réallocation des ressources car les débits environnementaux établis par la loi doivent être respectés. Toutefois, certains participants considèrent qu'ils sont, parfois, le prétexte d'adjudication de concessions illégales. Les usages agricoles sont toujours remis en question dans ces discussions car ce sont les plus grands demandeurs de ressources et les plus grands générateurs de conflits pour l'eau. Ainsi, pour les intervenants, il est essentiel que l'évaluation de ces usages reflète clairement le coût réel de l'eau et les subventions perçues; de plus, les demandes devraient s'ajuster à des usages durables. Il a été souligné que les usages et les demandes ne coïncident pas toujours de façon à

ce que les consommations quotidiennes s'ajustent davantage aux disponibilités et par conséquent entraînent une diminution considérable. Ceci doit transparaître dans la nouvelle planification.

La onzième séance est consacrée à l'analyse du cadre institutionnel face à l'enjeu de la gestion du risque. L'intérêt des contrats d'option comme alternative aux réallocations des ressources par loi ont fait l'objet de ce débat. L'intérêt stratégique de ces contrats réside dans la possibilité d'attribuer des risques. Ils présentent également les avantages de plus grande souplesse et de transparence, même si le cadre légal espagnol établit clairement les ordres de priorité d'usage ainsi que l'autorisation de changements de ces priorités par loi dans des situations d'urgence. Il a été débattu de la place des contrats d'option dans le cadre légal espagnol et de leur prise en compte pour résoudre des problèmes de sécheresse extrême, tels que dans le cas de l'approvisionnement de Barcelone au printemps 2008. Cette question a suscité certaines controverses car pour l'intervenant, ce type d'accords pourrait être considéré illégal, dans certains contextes. D'autre part, les conséquences légales de certains transferts des eaux réalisés dans les bassins espagnols ont été débattues ainsi que le rôle des transferts entre bassins sous la modalité de contrats de cession. Ce modèle a révélé un défaut de transparence dans les cessions et des mouvements spéculatifs, en conséquence, la réglementation de ce processus par l'État est fondamentale.

La douzième séance a porté sur l'évaluation des marchés de l'eau en Espagne et a soulevé une controverse entre les assistants et les intervenants. Au centre de la discussion, parmi les éléments principaux, figurait le prix payé pour l'eau transférée, certains intervenants et participants ont déclaré clairement que ce prix devait être intervenu compte tenu des mouvements spéculatifs qui se sont manifestés. La conclusion de cette discussion a montré que la dimension du marché espagnol n'a pas permis de fixer des prix ajustant l'offre et la demande, qu'il n'a été recherché que des offrants ce qui a entraîné des prix très élevés, parfois supérieurs au manque à gagner. Certains intervenants ont défendu qu'il fallait laisser évoluer le propre marché et que celui-ci établisse les prix. En ce qui concerne cette question, le débat a également porté sur la destination de l'argent obtenu des

transferts de l'eau et de sa répercussion réelle dans la zone cédante. De plus, la discussion a traité de l'usage des infrastructures pour le transfert des eaux et qui paie leur utilisation. En conclusion, il se dégage de ce débat, la nécessité d'établir des systèmes de contrôle et de suivi des transferts permettant un processus transparent et que l'eau cédée corresponde bien à l'eau réellement utilisée.

3 CONCLUSIONS ET MESSAGES CLÉ DES SESSIONS

3.1 Synthèse des conclusions et messages clé. Contributions à la Charte de Saragosse

A Saragosse, nous réaffirmons l'importance du Principe 4 de la Charte de Dublin : l'eau a une valeur économique dans chacun de ses usages compétitifs. Elle doit être reconnue comme un bien économique dont la gestion doit répondre à des critères économiques rationnels qui garantissent la récupération pertinente des coûts des services de l'eau.

Il est primordial de reconnaître le droit élémentaire de tous les êtres humains à accéder à l'eau potable et à l'assainissement à un prix abordable pour des consommations vitales durables. Cependant, l'omission de cette valeur économique de l'eau a donné lieu au gaspillage de la ressource et à des usages de l'eau portant atteinte à l'environnement. La gestion de l'eau considérée bien économique dans ses usages est un moyen d'améliorer la gestion publique de l'eau, de collaborer à son usage durable en situations de pénurie et de parvenir à un usage efficient et équitable. Elle permet aussi d'encourager la conservation et la protection des écosystèmes aquatiques.

Les nouveaux scénarios associés au changement global et les tendances qui en dépendent exigent la promotion d'une gestion de la ressource et des services de l'eau qui intègre la totalité des coûts de ces services tout en demeurant compatible avec la poursuite d'objectifs sociaux, économiques, environnementaux et territoriaux complémentaires.

A cet effet, des politiques intégrées doivent être instaurées qui facilitent la réallocation de l'eau entre les usages à condition de privilégier l'efficacité économique et la qualité environnementale. Les transactions de l'eau doivent être considérées comme une mesure de gestion publique de l'eau car elles peuvent être l'alternative la plus efficace et efficiente dans certaines situations à mesure que l'eau devient de plus en plus rare et variable.

L'intervention publique est essentielle dans les transactions pour préserver l'intérêt général, assurer l'existence d'information pertinente et la transparence sur la valeur et la productivité de l'eau dans les différents usages et de même garantir qu'elles contribuent à la préservation de la qualité environnementale et évitent les impacts sociaux et territoriaux négatifs. L'intervention publique doit être proactive et privilégier une législation et une structuration des droits de l'eau adéquats permettant des transactions des divers attributs des droits (qualité, saison,...), des transactions interrannuelles, l'existence d'un registre efficace, d'une capacité suffisante et la formation des gestionnaires. L'intervention publique doit assurer que les transactions soient facilitées et encouragées soit directement soit en réglementant progressivement pour assurer une réglementation effective évitant la position de domination de certains intervenants et l'apparition de droits non effectifs et autres effets sociaux et environnementaux.

L'investissement en infrastructures de l'eau dans les pays en voie de développement est la clé de la diminution de la pauvreté et de l'accroissement économique, cependant ces investissements sont encore nettement insuffisants pour parvenir aux objectifs du millénaire. Il est essentiel que les gouvernements et les organismes internationaux donnent toute priorité à ce type d'investissements et d'objectifs – car actuellement, ils sont clairement insuffisants. Une partie du problème réside dans le défaut de planification stratégique (y compris financière) et dans l'incapacité des instruments financiers traditionnels pour attirer les investissements nécessaires. De nouvelles structures de financement et mécanismes de gestion du risque financier dans les pays émergents peuvent y contribuer de façon importante.

Les gestionnaires des services de l'eau doivent démontrer et améliorer l'efficacité technique

– pertes dans les réseaux, efficacité énergétique – et l'efficacité dans la gestion des services de l'eau. Les outils d'incitation basés sur les résultats de gestion et l'utilisation du financement budgétaire peuvent servir à attirer le co-financement de capital privé. Les prix de l'eau doivent être adaptés, mais les subventions publiques – aux objectifs explicites et transparents – peuvent souvent être nécessaires pour garantir l'accès à l'eau et notamment au service d'assainissement des segments les plus pauvres de la population.

3.2 Conclusions

a) Les enjeux du nouveau contexte : changement climatique, augmentation des demandes et changements nécessaires des politiques et organisation de l'eau. Amélioration de l'efficacité dans l'allocation à l'aide des transactions de l'eau.

Le changement climatique a un impact négatif sur les précipitations et l'écoulement des bassins hydrographiques qui donnera lieu à une augmentation des pressions sur les écosystèmes et affectera la disponibilité de l'eau. Les politiques de l'eau inadaptées renforcent les effets négatifs du changement climatique.

La sécheresse et le changement climatique qui affectent les bassins rendent inéluctable une réorientation de la politique de l'eau et l'emploi de nouveaux instruments de gestion. Dans le nouveau scénario dérivé du changement global et climatique, il ne faut pas oublier qu'une réallocation de l'eau peut être nécessaire et qu'une planification stratégique doit être élaborée afin de gérer la pénurie et les risques de sécheresses et d'inondations. Pour répondre aux futurs scénarios de pénurie et d'incertitude, il est nécessaire de se baser sur une nouvelle information et des données climatiques et d'incorporer des outils de planification stratégique. La modélisation des systèmes d'information hydrologique est une source importante d'information pour la prise de décisions et la planification à long terme ainsi que pour anticiper des scénarios de pénurie et des épisodes de sécheresse.

L'augmentation de la demande en eau est également à l'origine de nombreux conflits. La gestion et la résolution de conflits dans le domaine

des bassins hydrographiques appartenant à deux pays ou plus, comme dans le cas des fleuves frontaliers entre les États-Unis et le Mexique (Colorado et Grande) ou entre l'Espagne et le Portugal (Miño, Limia, Duero, Tajo et Guadiana), doit tenir compte des conditions locales pour adopter des solutions individualisées.

Les institutions doivent équilibrer les objectifs de développement économique et de protection environnementale pour améliorer le bien-être social. Les sources de ressources non conventionnelles (dessalement et réutilisation) et la gestion plus efficace de l'usage de l'eau sont les options disponibles dans ce contexte.

Une plus grande souplesse, adaptabilité et dynamisme sont indispensables dans la prise de décisions relative à la gestion de bassin afin d'affronter les changements pouvant survenir dans la disponibilité de l'eau dans le contexte d'un changement climatique et la demande croissante de ressources en eau. Les transactions de l'eau permettent la réallocation et de ce fait, constitueraient l'une des options offrant une solution à la limitation des ressources. Cependant, ce type d'alternatives doit être évalué en fonction des coûts, des effets et des impacts environnementaux et sociaux qu'ils produisent par rapport à d'autres éventuels instruments.

L'usage de l'eau dans certaines régions du monde comme la Californie est très intense compte tenu des caractéristiques climatiques de cette région similaires à d'autres parties du monde, comme le cas espagnol. Cependant, durant des décennies, le gouvernement des USA a encouragé l'activité économique des états de l'ouest par une politique d'assurance de la disponibilité des ressources en eau. C'est le cas du détournement du fleuve Colorado vers le sud de la Californie pour un usage d'irrigation. De même, dans l'état de Californie des transferts ont été entrepris des régions pluvieuses du nord vers les zones arides du sud à plus haute densité de population et siège de la plupart des activités économiques de l'État.

Il existe deux facteurs qui déterminent le haut niveau de consommation de l'eau en Californie. Le premier est la perception par les habitants de l'abondance de l'eau, qui se manifeste par la présence massive d'espaces verts et de jardins (de gestion publique comme privée) dans une région au

climat sec. Le second facteur est que le prix de l'eau ne reflète pas le coût véritable des services de l'eau.

La consommation excessive de l'eau n'est pas mise en question en Californie. Du point de vue économique, l'eau est une ressource abondante non réglementée jouissant de grandes subventions. Il n'existe que très peu de limitations ou de réglementations de l'usage de l'eau en agriculture. Dans ce contexte, l'application de mécanismes de marché et l'échange de droits de l'eau en eux-mêmes, ne pourraient apparemment être la solution. C'est pourquoi, il est actuellement examiné un ensemble de mesures comprenant de nouvelles sources d'eau non conventionnelles et des mesures de gestion de la demande comme alternative valable pour affronter les situations de sécheresse et de pénurie à l'avenir.

Les conditions de chaque bassin hydrographique sont différentes, il n'existe pas de solution unique pour tous, mais des alternatives et des solutions adaptables qui doivent être révisées en fonction de paramètres relatifs au changement climatique, à l'hydrologie et autres conditions. À l'aide d'une gestion basée sur une évaluation permanente des alternatives et des résultats obtenus, des solutions et des accords satisfaisants pourront être pris en réponse aux priorités les plus immédiates.

Les transactions de l'eau requièrent être considérées davantage comme un outil de gestion publique de l'eau que comme un objectif. Dans tout processus de réallocation de l'eau, il y a toujours des gagnants et des perdants : le problème principal est de savoir qui possède les droits d'usage de l'eau. Une solution satisfaisante des conflits de l'eau serait d'analyser les alternatives et d'offrir les incitations pertinentes pour qu'il n'existe pas de perdants dans la réallocation de l'eau.

Le cadre légal est très divers, allant des pays où les droits d'usage de l'eau ne sont pas réglementés à d'autres où il existe des droits de nature très différente ou même, uniquement des contrats de services. Ces systèmes peuvent être plus ou moins sophistiqués en fonction du contexte institutionnel et de l'échelle à laquelle ils opèrent. En tous les cas, la rareté de l'eau et l'incertitude sur les ressources requièrent des réponses rapides, avec des règles plus souples et plus dynamiques permettant de s'adapter aux circonstances. La possi-

bilité de gérer les risques par des mécanismes de prévention, des contrats d'option ou d'assurance pourrait aider à surmonter les défis qui se profilent.

b) Évaluation de l'expérience et de la nécessité d'amélioration dans le fonctionnement des transactions de l'eau

Il existe des expériences de transactions de l'eau dans divers pays du monde qui se sont développées différemment selon le contexte économique, institutionnel et de disponibilité de l'eau de chacun. L'expérience montre que bien que les transactions ne soient pas une panacée pour résoudre les problèmes de l'eau, elles doivent être considérées comme une partie de la gestion intégrée de l'eau. Les transactions sont un instrument, non pas une fin, de la gestion publique de l'eau. En fait, dans de nombreux cas, seules des quantités marginales d'eau ont été réallouées qui ont pourtant joué un rôle important.

Il y a des cas de réallocation d'eau à l'aide d'accords volontaires avec compensation économique en Inde, en Australie, aux États Unis, au Chili, au Canada et en Espagne. Il n'y a cependant pas de consensus concernant l'existence de conditions de transparence et de compétence parfaite dans la gestion de l'eau qui permette de les dénommer marchés de l'eau.

Les transactions et les marchés informels sont et ont été depuis longtemps une réalité dans de nombreux pays à l'échelle locale (Inde, Espagne). L'expérience démontre cependant, qu'il faut réglementer leur fonctionnement de façon claire afin d'assurer le respect de la législation environnementale et de contrôler les intermédiaires.

Dans les transactions formelles de l'eau, le rôle régulateur du gouvernement varie de l'intervention et participation directe à travers des banques publiques de l'eau à la réglementation publique de "brokers" privés. Les transactions de l'eau ne sont pas recommandées dans des contextes institutionnels où l'intervention publique ne peut se produire en raison des impacts sociaux et environnementaux.

L'expérience des transactions dans différents pays du monde démontre que la réallocation donne lieu à un usage plus efficient. En fait, il existe

des exemples très clairs d'impacts économiques positifs, même parmi les usagers agraires en Australie et en Californie.

L'expérience montre également qu'il y a différents mécanismes pour que les transactions puissent contribuer à améliorer les débits environnementaux et le bien-être social. A cet effet, un contexte légal adapté qui les facilite est nécessaire, bien que la polémique soit ouverte sur les usages environnementaux considérés comme un "usage" de plus auquel il faut allouer des quantités d'eau ou plutôt un objectif prioritaire à respecter lors de concessions à usages privatifs de l'eau.

Le débat est ouvert sur les effets environnementaux négatifs des transactions dans des pays comme l'Australie bien qu'elles offrent quelques résultats positifs : améliorations de la récupération totale des coûts, impôts consacrés à l'environnement; il existe aussi des cas où les usagers agricoles soulignent que l'eau destinée aux objectifs environnementaux ne doit pas être utilisée pour des terrains de golf ou des parcs d'attraction. En tous les cas, l'Australie tente d'améliorer le rapport entre les usages productifs et non productifs de l'eau.

L'évidence des échanges sur les effets sociaux varie. Le cas du Chili montre que si les opérations des marchés de l'eau ne sont pas réglementées, les marchés peuvent améliorer l'efficacité des usages productifs de l'eau mais ont des impacts négatifs sur la réduction de la pauvreté et les effets environnementaux. En effet, il n'est pas certain que les compensations reçues par les cédants d'eau soient suffisantes pour pallier aux effets plus amples des transactions. Il se peut que la prise en compte de ces effets soit une forme de "gagner du temps" dans l'adaptation aux changements structuraux (changement climatique).

De nouveaux débats sont soulevés sur la nécessité d'aller au-delà des politiques régulatrices et du contrôle dans la politique de qualité des eaux et d'incorporer des incitations économiques ainsi que la possibilité de transactions d'autorisations des émissions (de fait ou de droit). Afin que ces mécanismes soient effectifs, il faut des objectifs clairs de qualité des masses d'eau, des autorisations et un système de contrôle de la pollution. L'application de ces mécanismes exige de con-

naître le coût de la réduction de la pollution pour chacun des usages. Le défi n'est pas tant la pollution ponctuelle, mais la pollution diffuse; en conséquence, il faut envisager la combinaison de concentrations et charges polluantes.

c) Évaluation des transactions de l'eau en Espagne

Certaines conclusions et recommandations importantes ont été tirées de l'expérience de transactions qui ont eu lieu en Espagne ces dernières années. Il est évident que le changement climatique et les changements globaux qui se produisent doivent être intégrés clairement et avec transparence à la planification et à la gestion, en tenant compte de l'information sur les coûts, des bénéfices et de la productivité de l'eau pour les différents usages productifs et pour les écosystèmes aquatiques.

Les transactions d'eau soumises à la législation actuelle ne peuvent être dénommées marchés de l'eau car elles diffèrent sur bien des aspects de ce qui est formellement entendu par marché. L'expérience reste très limitée mais a été significative. En tous les cas, pour assurer l'utilisation correcte de cet instrument, il serait nécessaire d'introduire des modifications dans la Loi sur l'Eau afin d'établir une procédure simple et transparente. Les centres d'échange peuvent convenir davantage que les contrats de cession d'eau et reçoivent un plus grand soutien des analystes pour leur leadership public.

Les transactions doivent être considérées comme un autre instrument de gestion de l'eau. Un instrument qui permet d'ajouter des incitations à un usage économiquement plus rationnel et efficient de l'eau – ce qui est nécessaire en Espagne – et de contribuer aux objectifs environnementaux et sociaux des politiques publiques. La Directive Cadre sur l'Eau ne permet pas de dégradation additionnelle de la qualité écologique des masses d'eau et dans ce sens, certains modèles de transactions tels que les contrats d'options peuvent servir à assurer le respect du principe de non dégradation en époques de sécheresse. A cet effet, il serait nécessaire d'introduire certaines modifications au cadre institutionnel.

Certaines questions restent posées concernant le renforcement d'autres systèmes de réallocation

de l'eau présents dans la Loi, la convenance de fixer des prix maximums, d'accepter l'achat de terre– et des concessions d'eau associées – pour permettre l'utilisation de l'eau en d'autres lieux ou d'autres bassins ou pour un usage différent; l'existence d'importantes différences entre les transactions locales d'un même bassin ou entre bassins; la révision des critères de priorité et les plans prévus par la Loi.

Le débat suscité doit être pris en compte pour améliorer la réglementation du marché qui jouit d'une grande acceptation de la part des usagers, des fonctionnaires publics et des analystes. L'opinion générale n'est pas de supprimer les cas de figure de transactions ou d'échanges des usages de l'eau mais d'effectuer une révision législative leur permettant de remplir des fonctions sociales et environnementales outre les fonctions économiques.

3.3 Recommandations

a) Les enjeux du nouveau contexte : changement climatique, augmentation des demandes et changements nécessaires dans les politiques et organisations de l'eau

Sécheresse et pénurie d'eau, scénarios futurs et réformes institutionnelles

- Le changement climatique augmentera la consommation per capita de l'eau et ses effets dépendront de l'ampleur des variations de l'offre et la demande.

- L'incidence et les résultats des conflits pour l'eau : afin d'aborder les disputes pour l'eau, le financement International et les efforts politiques pour renforcer les mécanismes de résolution des conflits sont nécessaires.

- L'augmentation du stress hydrique et les sécheresses récentes outre les scénarios défavorables du changement climatique ont provoqué une plus grande prise de conscience de la nécessité d'une planification plus efficace face à la rareté de l'eau dans le monde.

- Les questions de risque et d'incertitude sont essentielles dans la gestion de l'eau. Les scénarios de risque doivent être inclus dans la planification de l'eau.

- Le changement du climat exige une innovation continue des instruments de gestion, y compris les transactions de l'eau afin de développer des outils et de faire face à l'incertitude progressive.

Améliorer l'efficacité dans l'allocation de l'eau à travers l'échange des droits de l'eau

- Les accords volontaires d'échange de droits contre une compensation économique peuvent être utiles à l'amélioration de l'allocation de l'eau et répondre aux nouveaux enjeux de l'eau.

- Ces transactions de l'eau peuvent fournir des incitations à parvenir à un usage responsable de l'eau tout comme à l'application de mesures d'économie retardant ou évitant la nécessité de nouvelles infrastructures.

- L'efficacité dans l'allocation en elle-même n'est pas l'unique objectif de la politique de l'eau qui doit satisfaire d'autres aspects tels que : la préservation des activités rurales et les services environnementaux qu'elles fournissent, la garantie de l'emploi et des revenus des dans les activités rurales, etc. Dans certains cas, la transaction volontaire des droits de l'eau est une source d'information importante pour la conception d'une politique publique.

- Les marchés de l'eau peuvent être un instrument de gestion des périodes de sécheresse et des situations de pénurie. Les échanges d'eau peuvent contribuer à une allocation efficace de l'eau et du risque.

b) Options de marché et réformes légales et institutionnelles nécessaires

Sélection d'options d'instruments de marché

- La convenance de chaque type d'option de marché dépend des conditions locales, des scénarios d'incertitude et du contexte régulateur. Les options sélectionnées doivent prendre en considération des priorités sur des critères d'allocation, la demande d'eau des différents usagers et leur localisation, ainsi que l'existence des infrastructures adaptées pour son transport.

- Quand les objectifs poursuivis sont liés à des changements structuraux- surexploitation

des aquifères, récupérations de débits environnementaux, croissance de nouvelles activités locales- l'échange permanente de droits par la récupération de droits d'usage de l'eau- y compris l'acquisition de sol- est plus pertinent.

- Si le but est de réduire le risque par la stabilisation de l'approvisionnement en eau, la meilleure façon d'y parvenir est les transactions qui impliquent la cession annuelle de droits d'usage de l'eau.

- Les banques de l'eau sont plus efficaces et plus sûres non seulement parce qu'elles améliorent les allocations de l'eau mais parce qu'elles donnent aussi aux autorités publiques des réponses plus efficaces pour faire face à l'incertitude de l'approvisionnement en eau. Le succès des banques de l'eau dépend de l'intégration de l'eau qui est négociée à une gestion environnementale adaptée et à la gestion de l'offre et de la demande, ainsi que l'intégration dans leur stratégie de la planification de l'eau à l'échelle du bassin.

- Les contrats d'option à moyen et long terme permettent aux autorités urbaines de l'eau d'améliorer les niveaux de garantie car ils disposent d'eau supplémentaire durant les périodes de pénurie, évitant les coûts élevés de transaction et d'infrastructures nécessaires à assurer la disponibilité de l'eau en périodes critiques.

Cadre juridique et institutionnel pour faciliter la réallocation par des accords volontaires.

- Afin qu'un échange d'eau ait lieu, il faut disposer d'un système institutionnel et juridique tenant compte de la nature complexe de l'eau. Ce cadre légal doit inclure les scénarios d'incertitude et de risque. Le contexte économique et culturel doit aussi être adapté au développement des marchés de l'eau. Les facteurs sociaux sont un élément essentiel au développement d'un instrument politique quel qu'il soit.

- Il est nécessaire de réaliser des réformes légales afin d'améliorer les transactions de l'eau, encourager l'efficacité économique et établir les débits environnementaux pertinents, ainsi que mieux gérer les risques d'approvisionnement et réduire les impacts environnementaux à court et moyen terme. Cette réforme globale peut impliquer des

changements dans la planification hydrologique qui assurent l'eau nécessaire à l'environnement et autres bénéfices publics et définissent la quantité d'eau disponible pour le prélèvement et les usages d'évapotranspiration.

Amélioration de la transparence et de la flexibilité des transactions de l'eau à travers la réforme des droits sur l'eau

- Les droits d'usage de l'eau doivent être bien définis pour faciliter les transactions de l'eau. La prise en compte des droits pour leur participation au marché doit être basée sur des aspects réels et pas uniquement sur des éléments légaux.

- Un registre efficace de la propriété des droits d'usage de l'eau ainsi que des accords d'échange est nécessaire, qui doit être transparent et facilement accessible à tous à un prix abordable et s'appuyant entièrement sur la loi.

- Afin d'atteindre l'objectif de partage des risques avec efficacité, une nouvelle conception des droits d'usage de l'eau doit être introduite. Les droits de l'eau ou les autorisations et concessions doivent être définis séparément. La dissociation des droits permet de transférer des attributs spécifiques tels que la garantie de l'eau.

- Les transactions de l'eau réglementées de façon stable et adaptées à chaque contexte peuvent contribuer à augmenter la garantie d'eau et rendre les services moins vulnérables. Les effets sur les tiers tout comme les facteurs environnementaux externes peuvent être spécifiquement intégrés aux contrats.

Les Marchés en tant qu'instrument pour faire face aux risques et à l'incertitude

- Les marchés de l'eau peuvent constituer un outil utile à la gestion du risque dans un contexte d'incertitude.

- Il est important de développer des mécanismes plus sophistiqués afin de pondérer le risque et l'incertitude : les transactions d'option, les futurs et les contrats conditionnels sont les nouveaux mécanismes principaux pour améliorer l'allocation et la distribution du risque à partager entre acheteurs et vendeurs.

- L'amélioration de l'allocation saisonnière de l'eau par l'échange des droits doit être réalisée avec des contrats à long terme sûrs et bien définis. Ainsi, les échanges sont plus souples et solides et répondent à l'incertitude. Les effets sur des tierces parties et les facteurs externes environnementaux peuvent être intégrés au contrat de façon concrète.

c) Évaluation de l'expérience et propositions d'amélioration du fonctionnement des transactions de l'eau

Rôle du secteur public dans la réglementation des transactions de l'eau

- L'intervention du gouvernement est nécessaire pour garantir les services d'eau et éviter les pratiques de monopole.

- Les expériences récentes de transactions à court terme de droits d'usage de l'eau montrent la nécessité de réglementer et de superviser les opérations par les pouvoirs publics y compris l'établissement de règles formelles pour l'exécution des transactions.

- Il est nécessaire d'établir diverses voies de suivi pour réviser les transactions sollicitées, en tenant compte de leurs effets sur des tierces parties, des facteurs extérieurs, etc. Un rapport d'évaluation annuel sur les prévisions des effets des transactions ainsi qu'un suivi postérieur aux transactions pour constater les impacts finals sont des aspects à considérer.

- Les normes de l'échange ne doivent pas seulement tenir compte des questions relatives aux compensations mais aussi des priorités d'usage de l'eau, du risque assumé et de l'amélioration du bien-être général.

- Afin d'éviter la spéculation sur les prix des transactions, les transactions de l'eau devraient développer des instruments qui garantiraient la transparence et l'information aux éventuels intéressés par la participation à l'échange.

- L'obtention de bons résultats dans les transactions d'eau exige des synergies avec d'autres instruments économiques tels que la tarification des services de l'eau.

- Obtenir de l'eau pour des objectifs environnementaux – protéger les débits environnementaux ou récupérer le niveau des aquifères- moyennant les transactions doit être déterminé par le gouvernement à l'aide d'une planification et d'une réglementation.

- Un processus de planification hydrologique suffisamment solide est nécessaire pour garantir les bénéfices environnementaux et d'autres types de bénéfices publics dans les transactions. Les autorités de bassin ont également un rôle important dans la supervision et l'évaluation des effets des transactions afin d'éviter les effets indésirables. Les échanges d'eau doivent tenir compte des intérêts locaux.

- La mise en marche de transactions requiert des moyens humains et de contrôle adaptés ainsi que de mécanismes pour veiller aux transactions et éviter les allocations illégales.

Préserver les débits environnementaux

- La préservation du régime des débits environnementaux requiert davantage de garantie que d'autres usages et les transactions doivent tenir compte de cette condition.

- Les gouvernements ne devront pas allouer plus de droits de l'eau que la capacité du système ne le permet en tenant compte des fins environnementales. Pour contrôler le volume effectivement transféré, il convient d'installer des compteurs et d'élaborer un système de droits basé sur des volumes et non sur des superficies.

Traitement des aspects sociaux et d'équité

- Le marché, s'il n'est pas suffisamment réglementé, peut provoquer des effets sociaux indésirables dans les zones cédantes, ce qui est plus inquiétant dans les zones défavorisées où les occasions d'emploi sont moindres.

- Les aspects sociaux doivent être traités dans les compensations établies.

Amélioration de la transparence et l'accès aux marchés

- Les transferts de l'eau sont plus efficaces quand l'information sur les occasions de transactions et les prix payés sont disponibles à tous les participants au moment voulu. Le processus de transfert doit être ouvert et les contrats d'accès public.

- La participation des citoyens durant tout le processus assure l'équité et la transparence, ce qui pourrait inclure le libre accès à l'information par un registre public contenant toutes les transactions réalisées et leurs rapports de suivi.

Analyse de la valeur de l'eau à différents usages et du prix des opérations.

- Le prix des transactions dépend du pouvoir relatif des parties affectées et de l'intervention des responsables publics de la gestion de l'eau, de la localisation, du moment et de l'usage de la transaction réalisée.

- Le prix de la transaction doit prendre en compte le coût d'opportunité de l'eau et le coût des services entraîné par la transaction tels que les coûts de suivi et des infrastructures de transport.

- Le régulateur public devra réaliser des études sur la valeur de l'eau pour les différents usages et sur le coût réel de la transaction.

- L'intervention publique est essentielle pour éviter la monopolisation des prix, et la mise en application de droits non utilisés précédemment ainsi que pour encourager une allocation saisonnière rapide à des coûts de transaction peu élevés. Le bon fonctionnement exige des synergies avec d'autres instruments économiques tels que la tarification des services de l'eau.

Amélioration de la qualité de l'eau grâce aux transactions de l'eau

- Les échanges d'eau peuvent également être un instrument servant à améliorer la qualité de l'eau. Les échanges de qualité devraient impliquer d'importantes réductions de la pollution et encourager l'innovation. Les instruments d'échange de la qualité de l'eau offrent un moyen d'établir des droits plus solides sur l'eau.

- Le développement d'instruments efficaces bénéficiera des réformes préalables qui établiront

clairement les objectifs de qualité des eaux. Une politique efficace d'échanges de qualité d'eau devra inclure des objectifs rigoureux de qualité et des limites d'émissions ou de charges polluantes.

- Une des limitations les plus importantes aux échanges de qualité d'eau n'est pas d'ordre réglementaire mais d'ordre culturel. Les responsables des politiques publiques et les planificateurs doivent établir des programmes dans une période transitoire et assurer l'implication des principaux acheteurs et vendeurs potentiels.

d) Amélioration des transactions de l'eau en Espagne

- Les transactions de l'eau en Espagne ont été utiles pour répondre à des situations critiques de pénurie durant la dernière période de sécheresse, bien que le volume d'eau négocié ait été marginal par rapport au volume total de l'eau utilisée.

- L'importance des transactions va au-delà des volumes dont elles ont été l'objet. Elles ont été cruciales pour garantir l'approvisionnement en eau de zones urbaines et des activités agricoles de grande valeur.

- La planification et la gestion de l'eau doivent considérer le potentiel des transactions et l'inclure dans le processus de planification comme mesure de gestion et d'allocation des ressources durant des périodes de pénurie à moyen et long terme afin d'assurer l'approvisionnement en eau des usagers selon les objectifs socio-économiques et de réduire les pressions sur l'environnement.

- Les transactions de l'eau inter et intra bassins devront être réglementées différemment.

- Il est nécessaire d'augmenter la transparence des coûts du service – en particulier, des infrastructures utilisées – et des décisions de cession afin d'éviter les mouvements spéculatifs et assurer que les coûts relatifs aux infrastructures de transport sont payés par ceux qui cèdent l'eau.

- Il est important de réviser les critères pour établir les prix des transactions et les quantités cédées par rapport aux droits de l'eau existant.

- Les échanges réalisés ont généré des charges administratives, ce qui jette des doutes sur l'efficacité économique globale des petits volumes véritablement échangés. Par conséquent, il est impératif d'instituer des procédures de validation, ce qui implique un plus grand investissement en R+D et dans le suivi.

- A moins que les transferts ne suscitent des marchés plus larges, des doutes subsisteront sur leur contribution à l'économie et à l'environnement.

e) Financement des services de l'eau dans les pays émergents

Le Prix des services d'approvisionnement en eau

- Comme dans tous les monopoles de services, le prix des services est la question centrale de la réglementation gouvernementale car pour les monopoles non réglementés, il est possible d'établir des prix supérieurs au coût moyen.

- Dans certains cas, les services d'eau potable et d'assainissement présentent des économies d'échelle (rendements croissants) et dans d'autres des déséconomies d'échelle- en raison de l'usage de sources non conventionnelles (dessalement, réutilisation des eaux, réduction des pertes du réseau), en tous les cas, il sera nécessaire d'introduire une tarification des services de l'eau qui couvrent les coûts d'approvisionnement.

- Dans de nombreux pays, les pratiques de prix ne permettent pas la récupération des coûts des services de l'eau. Ceci est largement dû au souci d'assurer des services à des prix abordables.

- Afin d'assurer aux opérateurs les revenus suffisants leur permettant d'offrir des services adaptés et à un prix abordable, il convient de mettre en œuvre un système tarifaire de blocs et une tarification basée sur des coûts marginaux dans les blocs supérieurs. Ceci permettra que les consommateurs aux revenus et à la consommation la plus basse- consommations minimums- puissent payer des prix inférieurs aux coûts marginaux et moyens protégeant la viabilité financière de la gestion du service.

La nécessité d'augmenter l'efficacité comme sources de financement

- Un des moyens les plus importants d'augmenter la disponibilité de l'eau est de réduire les inefficacités. Les ressources investies dans la suppression des inefficacités techniques – telles que les pertes d'eau – et d'amélioration du rendement énergétique et la conservation de l'eau sont normalement très profitables réduisant la nécessité de nouveaux investissements.

- Éliminer les inefficacités du secteur par l'amélioration de la gestion institutionnelle qui affecte l'approvisionnement en eau peut attirer des ressources financières ou en réduire la dépendance. La réglementation efficace, les responsabilités fiscales bien définies, les relations entre les gouvernements nationaux et locaux, le respect de la loi et les mécanismes efficaces pour résoudre les conflits sont, entre autres, des conditions nécessaires pour faciliter le flux de ressources financières au secteur.

- Une analyse rigoureuse des incitations réelles et apparentes des institutions publiques et privées impliquées dans le secteur peut favoriser des sources potentielles d'amélioration de l'efficacité financière.

- Certains objectifs ajustés (en termes de population approvisionnée à différents niveaux d'approvisionnement) sont une variable politique clé pour assurer la durabilité du secteur.

Le financement des investissements en infrastructures de l'eau

- La planification rigoureuse des besoins de service et son adaptation à la capacité fiscale et financière des participants est la première mesure qui doit être exécutée.

- Les ressources financières proviendront des usagers, des contribuables et des donateurs publics et privés. Les périodes de temps qui s'écoulent entre le moment où le besoin de financement est généré et la disponibilité des ressources financières devront être financées par le gouvernement avec des ressources propres et des prêts du secteur privé. Compte tenu des grands besoins et des caractéris-

tiques sociales du secteur, toutes les sources effectives et efficaces doivent être explorées et gérées.

- Les donations, souvent sous forme de ressources à fonds perdus, doivent être utilisées de façon à provoquer un impact maximum de leur rentabilité. Les donations, en réduisant le risque financier, facilitent l'apport de ressources privées.

- Le financement public doit être utilisé pour la provision des biens publics et l'obtention des objectifs des politiques publiques (tels que l'accès à l'eau pour tous ceux qui n'en disposent pas) et ne doit pas servir à subventionner les biens privés.

Conception de structures de financement

- La structuration adéquate de financement peut aider à augmenter les ressources financières et à créer des structures d'investissement plus solides et efficaces qui n'exigent ensuite que peu de modifications. La distribution relative des responsabilités entre le secteur public et le secteur privé doit s'adapter aux conditions locales et notamment, au climat financier.

La diminution du risque pour attirer les ressources financières.

- Le développement de marchés locaux de capital et financiers est fondamental pour l'obtention des Objectifs du Millénaire. En particulier, le développement des compagnies d'assurances, d'investisseurs institutionnels et d'institutions pouvant fournir un financement à long terme et garantir le risque. Tant que ces institutions sont au stade du développement, des ressources provenant d'institutions hors des frontières peuvent être nécessaires. Ceci exige la stabilité macroéconomique et la minimisation du risque politique.

- Il n'y a pas de solutions simples. Les investissements devront être structurés pour réduire au minimum l'exposition aux risques et tout risque restant devra être examiné en détail à la recherche de solutions, y compris l'accès aux ressources et garanties d'institutions multilatérales et donateurs afin de prévenir et d'amortir les risques.

FUTURS SCÉNARIOS: L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET DE LA SÉCHERESSE SUR LA GESTION TRANSFRONTALIÈRE DE L'EAU ET DES CONFLITS Y AFFÉRENTS

Kerstin Stahl

RÉSUMÉ:

Selon les futurs scénarios climatiques, nous assisterons à une augmentation générale de la variabilité temporelle des conditions hydrologiques. En outre, compte tenu de la demande croissante en eau, il est probable que les réseaux de distribution d'eau deviennent moins fiables et plus vulnérables aux éventuels phénomènes extrêmes, telles que les sécheresses. Ce document explique en quoi les futurs changements concernant la variabilité hydroclimatique et les épisodes de sécheresses peuvent influencer sur les politiques de l'eau appliquées aux cours d'eau transfrontaliers et ouvrir le débat sur le défi que représente la gestion intégrée des bassins hydrographiques du monde entier. Il inclut également les analyses des variables hydroclimatiques des bassins mais aussi des données internationales sur les conflits et les exemples de coopération passés au niveau des bassins hydrographiques internationaux qui sont contenues dans la base de données « Transboundary Freshwater Dispute Database » de l'université Oregon State University. Selon les archives, la sécheresse a été l'un des principaux événements hydrologiques qui a influencé les politiques de l'eau à l'échelle mondiale. Un modèle répertoriant les risques de conflit étudie la possibilité d'un lien

solide entre l'hydroclimat, et plus particulièrement sa variabilité, et les conflits potentiels. Il en confirme même l'existence. Même si les modèles hydrologiques et climatiques internationaux ne sont pas encore en mesure de fournir des prédictions fiables sur les futurs changements concernant les épisodes de sécheresse, les scénarios établis sur le climat suggèrent en général que le stress hydrique va s'accroître dans de nombreux bassins ayant déjà été l'objet de conflits. Dans les régions sujettes aux transitions climatiques, des pénuries d'eau moyennes à sévères sont susceptibles de toucher de nombreux bassins. Il est donc urgent d'établir de solides accords sur l'allocation des ressources en eau des rivières transfrontalières. Or, il s'avère difficile de rédiger de tels accords lorsque les services en charge de la gestion des ressources en eau ne peuvent plus en prévoir la disponibilité en fonction des suppositions sur leur état stationnaire. Par conséquent, la future demande en eau devient une donnée hautement incertaine.

MOTS CLÉS:

Changement climatique, sécheresse, rivières transfrontalières, conflits et coopération.

INFLUENCE DES MESURES D'INCITATION ET DES DROITS DE PROPRIÉTÉ SUR LES FUTURS BESOINS EN EAU ET LES CONFLITS LIÉS

Dannele E. Peck et Richard M. Adams

RÉSUMÉ:

Ce document évoque l'influence du changement climatique sur la future demande en eau et le rôle que joueront les droits de propriété à l'avenir dans la résolution des conflits éventuels. Selon les prévisions, le changement climatique influera sur la disponibilité de l'eau en modifiant la quantité, la variabilité, la distribution temporelle, l'intensité et la forme des précipitations. Ce nouveau contexte climatique aura également un impact sur les décisions liées à la demande en eau et aux conflits y afférents. En outre, le changement climatique affectera les mesures d'incitation encourageant les pays à coopérer vis-à-vis des ressources en eau partagées. La capacité des institutions du marché à enrayer et à résoudre les futurs conflits dépendra

de la cession, de l'application et des échanges de droits de propriété bien définis concernant les ressources en eau. Ce document répertorie les forces et les faiblesses des solutions alternatives concernant les droits de propriété, une liste suivie d'une discussion sur les défis uniques générés par l'eau en termes de définition et de cession efficaces de droits privés dans ce domaine.

MOTS CLÉS:

Mesures d'incitation, intervention humaine, demande, droits de propriété.

GESTION DU STRESS HYDRIQUE, DE LA SÉCHERESSE ET DU CHANGEMENT CLIMATIQUE AU XXIE SIÈCLE

Cody L. Knutson

RÉSUMÉ:

Le manque chronique d'eau constitue un problème courant dans le monde entier et est appelé à devenir une importante source d'inquiétude pour de nombreuses régions au cours du XXI^e siècle. La sécheresse amplifie ces problèmes en générant des tensions supplémentaires pour les réseaux d'approvisionnement en eau. En outre, le changement climatique génère davantage d'incertitude au sujet de la disponibilité et de la fiabilité des ressources en eau à l'avenir. Afin de résoudre les problèmes connexes de stress hydrique, de sécheresse et de changement climatique, il est nécessaire de mettre conjointement en place des actions locales, des directives nationales mais aussi une coordination tant à l'échelle régionale que mondiale. Une place est également accordée aux investissements privés ainsi qu'au contrôle et au financement publics. Il est nécessaire

de trouver un bon équilibre entre l'autonomie au niveau local et les normes générales de conformité aux droits humains fondamentaux. En conclusion, il est fondamental de favoriser une meilleure coordination entre les initiatives et les activités de planification à différents niveaux administratifs, d'identifier et de mettre en place des stratégies alternatives de gestion des risques mais aussi d'assurer le financement et la volonté politique nécessaires pour mener à bien ces activités et ainsi diminuer les risques liés au stress hydrique, à la sécheresse et au changement climatique.

MOTS CLÉS:

Stress hydrique, sécheresse, changement climatique, réduction des risques.

PÉNURIE ET CONCURRENCE: LES DÉFIS QUE DOIVENT RELEVER LES INSTITUTIONS AFIN DE PROMOUVOIR LA COOPÉRATION MAIS AUSSI LA PRÉVENTION ET LA RÉOLUTION DES CONFLITS

Rathinasamy Maria Saleth

RÉSUMÉ:

Face à la pénurie d'eau croissante, il devient de plus en plus fondamental de comprendre et de gérer les dynamiques fluctuantes des interactions entre l'eau et la société afin de résoudre les conflits et de promouvoir la coopération à différentes échelles sectorielles et spatiales. Dans ce contexte, les institutions, en leur qualité de système défini par les rôles interactifs des législations, des réglementations et des organisations, jouent un rôle essentiel : elles constituent de véritables mécanismes de résolution des conflits et de promotion de la coopération pour la gestion et la distribution de l'eau. Bien qu'un vaste éventail de documents ait été publié sur le sujet, il existe toujours d'importants problèmes nécessitant une meilleure compréhension et un traitement adéquat. Par exemple, bien que l'accent ait été principalement mis sur la manière dont les institutions minimisent les conflits et promeuvent la coopération, aucune mesure appropriée n'a été mise en place afin de savoir en quoi les conflits et les consensus peuvent

altérer les institutions existantes et en créer de nouvelles mais aussi de définir le rôle que toutes les parties prenantes et autres groupes d'intérêt doivent jouer dans ce processus d'évolutions institutionnelles. Parallèlement, il est nécessaire de stimuler une compréhension plus empirique des relations existantes entre les pénuries, les droits de l'eau, les formes des mécanismes de résolution des conflits et les performances des institutions. L'objectif de ce document est de mettre en lumière ces deux aspects à l'aide d'un modèle orienté vers les parties prenantes du processus de modification des institutions et des résultats obtenus suite à une enquête menée à l'échelle internationale par 127 experts en eau provenant de 43 pays différents.

MOTS CLÉS:

Analyse empirique, formes des mécanismes de résolution des conflits, modèle du processus de modification des institutions, rôle des parties prenantes, droits d'usage de l'eau.

CONFLITS LIÉS AUX RESSOURCES HYDRIQUES TRANSFRONTALIÈRES ¹¹

Jerome Delli Priscoli

RÉSUMÉ:

À la suite de deux séminaires sur les ressources hydriques du Moyen-Orient par le CSIS (Center for Strategic and International Studies) en 1986, la crainte de guerres de l'eau fit son apparition, un sentiment qui atteint ensuite l'université américaine Georgetown University. Bien qu'on lui ait conseillé de ne pas le faire, la présidente de ces séminaires a déclaré avec insistance que « l'eau, et pas le pétrole, sera l'enjeu de la prochaine guerre qui aura lieu au Moyen-Orient ». Par la suite, elle a publié de nombreux articles sur le sujet dans de célèbres journaux américains. Sa théorie fut contredite par les événements qui suivirent cette déclaration : en 1990, l'Irak envahit le Koweït. Et dans ce cas, l'enjeu n'était pas l'eau. S'ensuivit en 1991 la guerre du Golf afin de libérer le Koweït du joug iraquien. Une fois encore, l'enjeu n'était pas l'eau. À partir de 1999, la guerre israélo-palesti-

nienne s'intensifia, un regain qui n'a été en aucun cas provoqué par un conflit au sujet des ressources hydriques. Puis, une autre guerre éclata en 2003 lors de l'occupation de l'Irak par les États-Unis. Mais ces derniers ne voulaient pas s'emparer des eaux du Tigre ou de l'Euphrate. En 2006, Israël et le Hezbollah s'affrontèrent à nouveau, mais pas à cause des ressources hydriques. Si on y réfléchit, l'eau, par nature, est utilisée pour éteindre les incendies, pas pour les allumer. Or, l'embrasement du pétrole est un phénomène naturel. Il est donc étrange que la crainte de guerres de l'eau en limite les risques uniquement au Moyen-Orient. En effet, nous n'avons jamais entendu parler de conflit sur les bords du Rio Grande entre les États-Unis et le Mexique ni dans la région des grands lacs séparant les États-Unis du Canada. Au cours du siècle dernier, trois guerres ont eu lieu entre l'Inde et le Pakistan mais les structures d'approvisionnement en eau n'ont jamais été touchées.

¹¹(Extrait modifié de « Chapter 2, Managing and Transforming Water Conflicts », Jerome Delli Priscoli et Aaron T. Wolf, CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, Cambridge, New York, Melbourne, Madrid, Cape Town, Singapour, São Paulo, Delhi Cambridge University Press, 32 Avenue of the Americas, New York, NY 10013-2473, États-Unis, publié à l'automne 2008)

LES GUERRES DE L'EAU: BIENTÔT UNE RÉALITÉ?

Munther J. Haddadin

RÉSUMÉ:

À la suite de deux séminaires sur les ressources hydriques du Moyen-Orient par le CSIS (Center for Strategic and International Studies) en 1986, la crainte de guerres de l'eau fit son apparition, un sentiment qui atteint ensuite l'université américaine Georgetown University. Bien qu'on lui ait conseillé de ne pas le faire, la présidente de ces séminaires a déclaré avec insistance que « l'eau, et pas le pétrole, sera l'enjeu de la prochaine guerre qui aura lieu au Moyen-Orient ». Par la suite, elle a publié de nombreux articles sur le sujet dans de célèbres journaux américains. Sa théorie fut contredite par les événements qui suivirent cette déclaration : en 1990, l'Irak envahit le Koweït. Et dans ce cas, l'enjeu n'était pas l'eau. S'ensuivit en 1991 la guerre du Golf afin de libérer le Koweït du joug iraquien. Une fois encore, l'enjeu n'était pas l'eau. À partir de 1999, la guerre israélo-palesti-

nienne s'intensifia, un regain qui n'a été en aucun cas provoqué par un conflit au sujet des ressources hydriques. Puis, une autre guerre éclata en 2003 lors de l'occupation de l'Irak par les États-Unis. Mais ces derniers ne voulaient pas s'emparer des eaux du Tigre ou de l'Euphrate. En 2006, Israël et le Hezbollah s'affrontèrent à nouveau, mais pas à cause des ressources hydriques. Si on y réfléchit, l'eau, par nature, est utilisée pour éteindre les incendies, pas pour les allumer. Or, l'embrasement du pétrole est un phénomène naturel. Il est donc étrange que la crainte de guerres de l'eau en limite les risques uniquement au Moyen-Orient. En effet, nous n'avons jamais entendu parler de conflit sur les bords du Rio Grande entre les États-Unis et le Mexique ni dans la région des grands lacs séparant les États-Unis du Canada. Au cours du siècle dernier, trois guerres ont eu lieu entre l'Inde et le Pakistan mais les structures d'approvisionnement en eau n'ont jamais été touchées.

LA GESTION DE L'EAU FRANCHIT UNE NOUVELLE ÉTAPE: L'EXPÉRIENCE DE LA CALIFORNIE

Ellen Hanak

RÉSUMÉ:

Dans les régions des États-Unis qui connaissent une croissance rapide, les responsables des services de gestion de l'eau doivent relever des défis de taille : ils doivent mobiliser les nouvelles ressources hydriques pour répondre à des exigences inédites. Face aux inquiétudes sur la préservation de l'environnement, les projets de construction de vastes espaces de stockage en surface ont été revus à la baisse et il est impossible de compter sur les nappes phréatiques comme source d'expansion étant donné la surexploitation de l'eau des bassins. En se basant sur l'expérience de la Californie, ce document étudie les approches modernes de planification des ressources hydriques, centrées autour d'un portefeuille d'options, notamment l'utilisation de sources non-traditionnelles (recyclage ou stockage souterrain) et l'utilisation plus efficace de réserves existantes (conservation et marketing de l'eau). En outre, il répertorie les avantages et les inconvénients de chaque composant du portefeuille tout en fournissant des exemples d'approches innovantes.

La Californie a énormément progressé en développant des sources non-traditionnelles, par-

ticulièrement depuis le début des années 1990 lorsqu'un épisode prolongé de sécheresse et une série de législations sur l'environnement ont restreint l'accès aux sources d'approvisionnement traditionnelles. Nombre des défis actuels que l'état doit relever sont d'ordre institutionnel et non pas technique. Sur le plan du marketing de l'eau, il est nécessaire de progresser en permanence afin de résoudre les problèmes de gestion des tiers dans les régions où sont implantées les sources. En ce qui concerne le stockage souterrain, il est indispensable de développer davantage les protocoles de gestion des aquifères. Pour assurer l'évolution de la conservation urbaine, il est essentiel d'utiliser de façon plus agressive les graduations de tarifs concernant l'eau et de sensibiliser le public sur le paysage et sa préservation, un élément clé pour instaurer l'utilisation des eaux usées recyclées à grande échelle avec succès.

MOTS CLÉS:

Politique de l'eau, approvisionnement en eau, conservation de l'eau, transferts inter-bassins, gestion des nappes phréatiques.

MARCHÉS DE L'EAU ET DÉBITS ENVIRONNEMENTAUX EN THÉORIE ET EN PRATIQUE

David Katz

RÉSUMÉ:

L'affectation de ressources hydriques à des fins environnementales est une pratique de plus en plus courante. En général, seuls les débits réservés sont nécessaires. Cette approche est rarement optimale d'un point de vue économique ou écologique. Les marchés de l'eau permettent donc de progresser au-delà des débits minimums et d'obtenir des affectations efficaces, tout en limitant l'opposition politique au maximum. Les marchés de l'Ouest des États-Unis et d'Australie développent déjà des réserves d'eau destinées à l'environnement. Cependant, l'expérience démontre que de telles utilisations ont du mal à exister face aux autres consommateurs et ce, à cause de la nature des biens publics, des coûts de transaction élevés et souvent d'un manque de rendements pouvant être exploités. En effet, les gouvernements, en leur qualité de plus gros acheteurs d'eau à des fins environnementales, sont souvent contraints par la loi d'acquérir des ressources hydriques. Ainsi, le marché fait plutôt office de mécanisme de compensa-

tion que d'instruction juridique établissant les prix ou de véhicule pour une affectation efficace sur le plan économique. En outre, l'environnement est souvent affecté par les transferts des marchés de l'eau d'un consommateur à l'autre. Heureusement, il existe diverses méthodes pour minimiser de tels impacts tiers : par exemple, on peut limiter l'étendue géographique des transactions hydriques, restreindre les échanges à des fins de consommation uniquement ou encore réserver une partie des ressources hydriques issues de toutes les transactions afin d'atteindre des objectifs environnementaux. D'une part, de telles restrictions minimisent les impacts sur l'environnement mais, d'autre part, elles limitent la capacité des marchés à obtenir des affectations efficaces.

MOTS CLÉS:

Débits environnementaux, marchés de l'eau, impacts tiers, loi et économie.

COMMENT NAVIGUER DANS LES EAUX TROUBLES DE L'AFFECTATION DES RESSOURCES HYDRIQUES EN AUSTRALIE VIA DES ÉCHANGES

Michael D. Young

RÉSUMÉ:

Au début des années 1990, le gouvernement australien a instauré dans tout le pays un vaste programme de réforme de l'eau visant à établir une approche bien plus compétitive et orientée vers le marché de gestion des ressources hydriques. Ce document étudie de près le développement d'échanges des ressources et l'émergence des marchés de l'eau pour tenter de répertorier les principales leçons tirées suite à une telle décision et pour démontrer combien il est difficile de faire fonctionner les marchés de l'eau de façon économique.

INTÉGRATION DE L'EAU DANS LA CROISSANCE ÉCONOMIQUE ET LE DÉVELOPPEMENT SOCIAL

Miguel Solanes

RÉSUMÉ:

La plupart des discussions sur les ressources hydriques tendent à se centrer sur un secteur ou un usage en particulier. Cependant, l'intégration de l'eau dans l'économie et la société est entravée par des problèmes de contexte dépassant largement le cadre des ressources hydriques.

En effet, les contextes institutionnels et économiques sont souvent plus appropriés pour ces ressources que des politiques de l'eau explicites. Il s'agit notamment de la macro-économie, des subventions, de la gouvernance, de la situation de la société civile, de la corruption, des accords d'investissement internationaux et des critères généraux à respecter afin de prendre des décisions publiques. Lorsque ces contextes connaissent des conditions défavorables, l'efficacité et l'équité des sociétés dans leur ensemble en sont affectées. Il est ainsi difficile pour les services

d'approvisionnement en eau d'atteindre des niveaux durables d'efficacité et d'équité dans des contextes souvent inefficaces et inéquitables.

À condition que les contextes ne soient pas contreproductifs, certaines institutions de ressources hydriques se sont avérées pertinentes, notamment l'organisation administrative du secteur de l'eau mais aussi les droits et les marchés de l'eau. Enfin, les restrictions d'espace et de temps ne permettent pas d'envisager d'autres problèmes, d'une grande importance, tels que l'environnement et les droits locaux.

MOTS CLÉS:

Macro-économie, mesures d'incitation économiques, gouvernance, droits d'usage de l'eau, marchés de l'eau.

LE CADRE INSTITUTIONNEL POUR LES PERMIS D'ÉMISSION TRANSFÉRABLES

Robert J. Rose

RÉSUMÉ:

La réputation des permis d'émission transférables en tant qu'outil stratégique n'est plus à faire : il s'agit d'un composant d'un système de plafonnement et d'échange concernant, notamment, les émissions de gaz à effet de serre. Ces permis s'appliquent principalement à la qualité de l'eau afin d'endiguer la pollution provenant de divers pollueurs au niveau régional. Une stratégie efficace doit inclure quatre composants : des plafonds d'émission agressifs, une mesure des émissions polluantes, une mise en place rapide et solide mais aussi un retrait des politiques prescriptives ou directives existantes. Avant d'envisager l'utilisation des permis d'émission transférables, les décideurs doivent se demander si cette stratégie sera agressive envers les mesures de pollution obligatoires et sera mise en place de façon solide. Si la réponse

à cette question est non, il n'est pas conseillé de s'engager sur cette voie. Si la réponse est oui, ils devraient également considérer d'autres éléments, comme le type de polluants impliqués et l'impact qu'ils exerceront sur la qualité de l'eau au niveau local (par exemple dans « les centres d'activité »). Lorsqu'ils sont appliqués de manière adéquate, les permis d'émission transférables obligent tous les pollueurs impliqués à payer. L'avantage est que ces derniers, et par extension la société, règlent une somme généralement basse pour obtenir les résultats environnementaux requis.

MOTS CLÉS:

Permis d'émission transférables, pollution de l'eau, mesure, plafonnement et échange.

PERMIS D'ÉMISSION ÉCHANGEABLES POUR LA GESTION DE LA QUALITÉ DE L'EAU

Drew Collins

RÉSUMÉ:

Les permis d'émission échangeables visent à optimiser les bénéfices générés par les échanges entre les entreprises qui cherchent par tous les moyens à déverser leurs polluants dans l'eau et celles qui mettent en place des réductions des polluants à un moindre coût. Afin de concilier cette demande et cette offre, le marché doit actuellement fournir un cadre principalement centré sur les projets de permis d'émission échangeables.

Or, ces derniers deviennent de moins en moins pertinents face à l'importance croissante des émissions de sources diffuses, conséquence des coûts élevés engagés dans la mise en œuvre d'une infrastructure de marché capable de définir, d'allouer, d'échanger et d'appliquer les responsabilités des sources diffuses. Ceci a entraîné le développement d'un plus vaste éventail de permis échangeables aux faibles coûts de transaction qui peuvent toujours tirer parti de la plupart des bénéfices issus des échanges.

Ce document décrit l'expérience de l'Australie dans le domaine des systèmes d'échanges visant à améliorer la qualité de l'eau et se penche plus particulièrement sur le passage de permis à points à des structures de marché alternatives incorporant des sources diffuses. En d'autres termes, il est tout à fait possible de gérer les problèmes liés aux coûts de transaction, à l'équivalence environnementale et à la domination des sources diffuses. Les cultures législatives et politiques peuvent poser davantage de problèmes.

MOTS CLÉS:

Systèmes d'échanges visant à améliorer la qualité de l'eau, permis d'émission échangeables, échange de sources diffuses.

SYSTÈMES D'ÉCHANGES VISANT À AMÉLIORER LA QUALITÉ DE L'EAU ET POLLUTION PROVENANT DE L'AGRICULTURE: LES LEÇONS TIRÉES D'UN PROJET DE RECHERCHE SOUS-TENDANT UNE INITIATIVE D'ÉTUDE SUR LES RÉGLEMENTATIONS

Bernard Cantin

RÉSUMÉ:

Ce document se fonde sur les résultats d'un projet de recherche stratégique mené jusqu'en 2006 visant à étudier l'utilisation d'instruments basés sur le marché pour gérer les ressources hydriques. Il se penche plus particulièrement sur la mise en place de systèmes d'échanges visant à améliorer la qualité de l'eau appelés WQT (Water Quality Trading) afin d'éliminer la pollution provenant de sources agricoles (voire PRI, 2006, pour consulter le rapport sur le projet).

Afin de répondre aux questions que les organisateurs ont posé aux participants, ce document examine les thèmes suivants : les considérations biogéochimiques essentielles à la conception de programmes WQT, le contexte législatif permettant (ou n'interdisant pas) la mise en œuvre de programmes WQT, les conditions administratives requises et l'acceptation sociale de tels programmes.

En se basant sur cette analyse, ce document suggère que les programmes WQT constituent une solution potentielle aux problèmes agricoles bien qu'ils ne soient pas faciles à mettre en place

et qu'ils ne s'appliquent pas à tous les contextes ou situations. La concentration géographique de la pollution dans les bassins versants commence à engendrer des problèmes. Des tests ont été menés pour trouver une solution mais il est trop tôt pour en connaître l'efficacité.

Les programmes WQT peuvent être adaptés aux circonstances régionales (bassins versants) et sont, par conséquent, compatibles avec les formes émergentes de gouvernance de l'eau. Mais, la mise en œuvre des programmes WQT peut faire face à la réticence des parties prenantes et des administrations publiques qui ont eu parfois recours à des approches législatives plus traditionnelles jusqu'à présent.

MOTS CLÉS:

Gestion de l'eau, systèmes d'échanges de permis de polluer, instruments basés sur le marché, pollution provenant de l'agriculture, gestion intégrée des ressources en eau, gouvernance.

MODÈLES POUR UNE GESTION DE L'EAU OPTIMALE ET LA RÉOLUTION DES CONFLITS¹²

Franklin M. Fisher, Jane Berkowitz Carlton et Dennis William Carlton

RÉSUMÉ:

Actuellement, les marchés doivent compter de nombreux acheteurs et vendeurs afin de rester compétitifs et d'être efficaces. En outre, tous les coûts et avantages sociaux doivent être de nature privée. Or, ces conditions ne sont pas souvent respectées par les marchés de l'eau. Il est cependant possible de développer des modèles optimisés assurant des performances efficaces si l'accent est mis sur les valeurs de l'eau au lieu des quantités. Pour ce faire, on peut utiliser un outil tel que le modèle WAS (Water Allocation System - système d'affectation de l'eau). Ce dernier optimise les bénéfices nets générés par les réserves d'eau disponibles, étant donné l'infrastructure et les caractéristiques de la demande et de l'offre, quelles soient réelles ou potentielles. Grâce à ce modèle, les utilisateurs peuvent également définir les valeurs spéciales de l'eau en imposant des politiques implicites les reflétant. Parmi les résultats obtenus, des valeurs virtuelles ont été identifiées pour chaque site : en effet, ces dernières pourraient être

appliquées à tout le système grâce aux bénéfices nets si un mètre cube d'eau supplémentaire était gratuitement mis à disposition sur ce site. Ainsi, ces résultats posent des jalons similaires à ceux que les prix actuels ont instaurés sur les marchés compétitifs.

Le modèle WAS peut être utilisé comme un puissant outil de planification de l'infrastructure et de gestion de l'eau. Il peut également permettre d'étudier les coûts et avantages de politiques de l'eau spécifiques à l'échelle du système. Étant donné le caractère financier potentiel des droits de propriété sur l'eau, le modèle WAS peut résoudre les conflits sur l'eau de façon avantageuse pour toutes les parties prenantes en autorisant les utilisateurs à définir les valeurs sociales de l'eau.

MOTS CLÉS:

Eau, valeur virtuelle, analyse coût-avantage de l'infrastructure, résolution des conflits, marchés.

¹² Ce document se fonde largement sur le travail de divers collègues (voir Fisher, et al., 2005) et notamment sur les travaux effectués en collaboration avec Annette Huber-Lee.

OPTIMISATION DE LA MODÉLISATION POUR LES MARCHÉS ET LES SYSTÈMES D'APPROVISIONNEMENT EN EAU

Jay R. Lund

RÉSUMÉ:

Ce document relate l'application de modèles optimisés aux systèmes d'approvisionnement en eau et la mise en place plus contemporaine de programmes d'optimisation de ces systèmes visant à améliorer l'économie. Définir des objectifs financiers pour les modèles d'optimisation des systèmes d'approvisionnement en eau permet de fournir des informations supplémentaires dépassant le domaine des objectifs techniques traditionnels. En outre, les résultats des modèles s'avèrent être de précieuses sources d'informations pour l'exploitation, la conception, la planification et l'application de politiques concernant les systèmes mais aussi les marchés de l'eau. Ce document présente comme exemple le système d'approvisionnement en eau de Californie étroitement lié au modèle CALVIN.

L'EXPÉRIENCE DES MARCHÉS DE L'EAU CHILIENS

Carl J. Bauer

RÉSUMÉ:

En 1981 fut adopté le code de l'eau qui instaura un marché libre au Chili. Depuis lors, ce pays est devenu la principale nation dans le monde à avoir adopté une approche de marché libre pour gérer l'économie et la législation de l'eau. C'est un véritable cas d'école : il s'agit de traiter les droits d'usage de l'eau pas seulement comme une simple propriété privée mais aussi comme une matière première entièrement échangeable. Cette approche est souvent appelée le modèle chilien. Ce document répertorie les principaux aspects de cette expérience, notamment les réformes juridiques peu probantes de 2005, afin de tirer de plus larges leçons et d'instaurer des débats internationaux visant à réformer les législations, les politiques et l'économie.

En conclusion, l'approche chilienne a généré d'importants bénéfices mais a également été source de problèmes. Cependant, elle n'est pas globalement compatible avec les objectifs à long terme en matière de développement durable ou de gestion intégrée des ressources en eau.

MOTS CLÉS:

Marchés de l'eau, droits de propriété, gouvernance, institutions, Chili.

GESTION DE L'EAU EN ISRAËL: L'ABSENCE ÉVIDENTE DE MARCHÉS DE L'EAU

Alan Tal

RÉSUMÉ:

La quasi-totalité de l'État d'Israël peut être qualifiée de terre sèche car on y enregistre des niveaux de précipitation de 500 mm par an ou moins. Ces terres sont en grande partie « stériles » et les sols du pays ont été largement érodés il y a 60 ans. À l'instar de la plupart du Proche-Orient, l'implantation des hommes a exercé un impact négatif considéré comme inévitable sur la productivité de terres situées sous un climat méditerranéen. Or, aujourd'hui, 35 % des terres du pays sont soit cultivées soit déboisées. (25 % supplémentaires ont été réquisitionnés pour développer des réserves naturelles.) Les tendances de la fertilité des sols ont été entièrement renversées au cours de l'histoire à cause des politiques ayant généré des développements agressifs de ressources hydriques mais aussi des énormes investissements dans des infrastructures et des subventions versées aux utilisateurs d'eau à usage agricole. Au lieu d'utiliser les marchés ou les prix de l'eau pour contrôler la demande, les décideurs se sont concentrés sur l'expansion du réseau d'approvisionnement. Plus tard, la gestion de la demande s'est limitée à la diffusion de technologies d'irrigation et à la réduction des eaux usées provenant des villes. Le réseau d'approvisionnement était à l'origine élargi grâce au transport de l'eau par une société nationale qui fut ensuite remplacée par l'utilisation intensive des eaux usées. Grâce à l'irrigation goutte à goutte et à la construction de 200 réservoirs d'irrigation, l'actuel taux de 72 % d'utilisation d'effluents a pu être atteint. Étant donné l'accent mis sur la demande, la qualité de l'eau et la conformité avec les normes environnementales ont été largement ignorées par les organismes publics pendant la plus grande partie de l'histoire d'Israël. Cette tendance a commencé à changer grâce au nombre croissant de ressources consacrées à l'application des lois ainsi qu'à un renforcement des normes. Or, à ce jour, l'accent est toujours mis sur la demande via des stratégies nationales fondées sur la désalinisation afin d'élargir les réseaux

d'approvisionnement en eau douce d'environ 25 % au cours de la prochaine décennie.

Les analyses économiques décèleront certainement un manque d'efficacité dans les politiques passées et présentes d'Israël. Mais, rétrospectivement, l'approche d'Israël peut être considérée comme une stratégie rationnelle visant à permettre au pays tout entier d'utiliser l'eau afin de promouvoir d'autres objectifs nationaux (par exemple, l'intégration des immigrants, l'établissement de la périphérie, la lutte contre la désertification, la sécurité alimentaire, etc.) au lieu de l'efficacité purement économique. Israël a développé avec succès des structures de désalinisation, ce qui a récemment entraîné la modification de certaines normes usuelles de la stratégie traditionnelle de développement de l'eau du pays, notamment la privatisation croissante de l'approvisionnement et la production d'eau, la diminution des subventions et les écarts de tarification pour les consommateurs. Cependant, il est peu probable que l'orientation politique traditionnelle soit appelée à être entièrement bouleversée. Étant donné que les politiques traditionnelles d'Israël sont aujourd'hui relativement efficaces et que les promesses en matière d'eau constituent un facteur essentiel pour les négociations de paix futures, les stratégies de gestion non basées sur les marchés seront probablement toujours mises en place au cours des prochaines années. En effet, il est peu probable que les marchés soient reconnus comme un mécanisme de résolution des conflits entre les Palestiniens et les Israéliens en matière d'eau. D'une part, les Palestiniens veulent posséder toutes les ressources en eau et, d'autre part, comme il a été mentionné ci-dessus, Israël utilise les ressources en eau afin d'atteindre d'autres objectifs nationaux que l'efficacité.

MOTS CLÉS:

Politique de l'eau, Israël, marchés de l'eau, Moyen-Orient, approvisionnement en eau.

LE MYTHE DES MARCHÉS DE L'EAU: PRIVATISATION, BANALISATION ET LE CONSENSUS DE WASHINGTON APPLIQUÉ À L'EAU

Joseph W. Dellapenna

RÉSUMÉ:

Les perturbations climatiques à l'échelle planétaire vont modifier les régimes de précipitations dans le monde entier, générant ainsi des effets de grande envergure sur les innombrables aspects de la vie des humains et d'autres espèces. Les institutions de gestion de l'eau devront alors relever des défis concernant également les régimes de législation à l'origine de leur développement et assurant leur régulation. Ces défis fleurissent dans un monde où les systèmes de gestion de l'eau et les régimes de législation en la matière sont déjà mis sous pression par la croissance des populations et de la demande par habitant. Il est également nécessaire de résoudre les problèmes de stress sur une planète dominée par le consensus de Washington, un accord considérant que les marchés sont les meilleurs moyens pour gérer l'économie et les ressources,

pour affecter ces dernières et pour les distribuer à toute la société. Mais l'accent mis avec insistance sur les marchés en tant qu'outil fondamental dans la gestion de l'eau est hautement controversé, ce qui génère de sérieux problèmes concernant l'utilité des marchés comme méthode de résolution de la crise internationale grandissante en matière d'eau ou comme méthode de gestion de l'eau à grande échelle. Ce document étudie la capacité des marchés à travailler pour les ressources hydriques, en se basant sur les théories économiques et juridiques, sur les effets réels de la privatisation des services d'eau et sur les conséquences de considérer l'eau comme une simple denrée.

MOTS CLÉS:

Privatisation, droits de propriété, consensus de Washington, loi sur l'eau, gestion de l'eau.

APPROVISIONNEMENT EN EAU ET MARCHÉS DES DROITS D'USAGE DE L'EAU: LE CAS CHILIEN

Guillermo Donoso

RÉSUMÉ:

L'efficacité économique est optimisée via l'affectation d'une quantité d'eau limitée à différents usages afin de favoriser l'équité des bénéfices sociaux marginaux qui en découlent. De nombreux auteurs ont déclaré que, dans le cadre de contraintes de marché clairement définies, un système d'échanges de certains types de droits de propriété permettra d'affecter l'eau, en sa qualité de ressource naturelle dotée de diverses valeurs pour des agents et des usages variés, à son usage ayant la valeur la plus importante soit pour une période limitée dans le temps (bail) soit de façon permanente (vente). Depuis la mise en place d'un mécanisme d'affectation de l'eau fondé sur un marché des droits d'usage de l'eau au Chili, une série d'études théoriques et empiriques ont été menées afin de définir l'existence d'un marché de droits de l'usage de l'eau et le nombre de transactions, l'efficacité d'un tel marché, la négociation, la coopération et les comportements stratégiques des participants au marché mais aussi les bénéfices

marginaux générés par les échanges. Ces études montrent que ce cadre basé sur un système d'affectation de l'eau via un marché mis en œuvre par le code de l'eau en 1981 a été efficace du point de vue des investissements, principalement grâce à la sécurité des droits d'usage de l'eau accordée par la loi. Ces résultats sont confortés par les importants investissements de divers secteurs économiques visant à améliorer l'efficacité de l'usage de l'eau et à accroître la disponibilité des nappes phréatiques grâce à l'exploration. Par ailleurs, bien que les marchés des droits d'usage de l'eau n'aient pas encore été mis en place dans de nombreuses régions, la libre transaction de ces droits représente un mécanisme efficace de réaffectation, ce qui a favorisé la réaffectation des droits concédés.

MOTS CLÉS:

Marchés des droits d'usage de l'eau, réaffectation de l'eau via les marchés, performance des marchés de l'eau.

AU-DELÀ DES MYTHES SUR LE MARKETING DE L'EAU

Ronald C. Griffin

RÉSUMÉ:

Afin d'isoler les opportunités et les pièges générés par le marketing de l'eau, il faut exploiter de manière appropriée les expériences et doctrines disponibles. Or, des arguments bruts et rhétoriques approximatifs ont créé beaucoup de confusion dans ce domaine. L'objectif est de dépasser les mythes marketing en rassemblant des informations claires sur les points essentiels du débat opposant les méthodes marketing et les méthodes non marketing.

Les principaux concepts sont définis et appliqués et certaines preuves générales issues des marchés de l'eau actuellement mis en place sont collectées. Le débat se finit par une liste condensée des informations disponibles.

MOTS CLÉS:

Marketing de l'eau, politique de l'eau.

LES MARCHÉS DE L'EAU ET LEURS IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX, SOCIAUX ET ÉCONOMIQUES EN AUSTRALIE

Henning Bjornlund

RÉSUMÉ:

Les marchés de l'eau ont connu un franc succès en Australie en tant qu'instruments minimisant l'impact socio-économique de la pénurie croissante et fournissant de l'eau à des fins environnementales. Au début, les irrigateurs ont timidement adopté les marchés mais, au cours des dix dernières années, la participation a augmenté de façon significative notamment en ce qui concerne le marché des droits et, surtout, celui des affectations. Il est prouvé que les deux marchés ont facilité la réaffectation anticipée de l'eau et des bénéfices socio-économiques y afférents. Cependant, il n'existe aucune preuve que la pénurie d'eau résultant de sécheresses et provoquée par les politiques mises en place ou, comme certains l'affirment, que les opérations des marchés de l'eau sont à l'origine du déclin des communautés rurales. En outre, aucun fait tangible n'explique si ce déclin est bien la conséquence de la pénurie et des marchés ou si les marchés ont diminué

l'impact socio-économique et communautaire de la pénurie. Grâce aux récents changements législatifs adoptés, y compris les processus de planification des ressources hydriques basés sur les réglementations définissant l'ensemble des ressources et de l'approvisionnement en eau pour les consommateurs à des fins environnementales ou pour d'autres usages publics, à des registres et à des droits d'usage de l'eau plus sécurisés ainsi qu'à un dégroupage des droits intégrés aux habilitations traditionnelles, la scène internationale semble être prête à accueillir des produits et des instruments plus sophistiqués pour les marchés de l'eau.

MOTS CLÉS:

Marchés de l'eau, instruments des marchés, Australie, impact socio-économique, impact environnemental.

LES MARCHÉS DE L'EAU DANS L'OUEST DES ÉTATS-UNIS: RISQUES, SPÉCULATIONS ET DROITS DE PROPRIÉTÉ

Richard Howitt

RÉSUMÉ:

La pénurie d'eau croissante en Espagne, en Australie et dans l'ouest des États-Unis conduira à un recours plus accru des marchés de l'eau pour réaffecter les approvisionnements. Étant donné que l'approvisionnement en eau fait l'objet de nombreuses incertitudes et que les transferts d'eau ne sont pas sans obstacles, des marchés font leur apparition sous diverses formes dans l'ensemble de l'ouest des États-Unis. Dans la plupart des cas, les échanges ont lieu sous forme de concessions d'eau à court terme dans lesquelles les droits de propriété sous-jacents demeurent inchangés. Dans les autres régions, les transferts de droits de propriété permanents prédominent. Une étude économétrique portant sur 3 696 transactions rapportée dans le

Water Strategist pour la période comprise entre 1990 et 2005 vient soutenir la conclusion selon laquelle les droits de propriété de l'eau ont influencé non seulement la réalisation des échanges, mais également la nature de ces échanges, qu'il s'agisse de transferts permanents ou de concessions à court terme. Le document montre que

pour 14 états de l'ouest, pour la période comprise entre 1999 et 2002, les concessions à court terme ont été plus nombreuses que la vente de droits permanents, à raison de huit contre un en moyenne. Dans les états comptant le plus gros volume d'échanges d'eau (l'Oregon, le Texas, l'Idaho, l'Arizona et la Californie), cette moyenne passe à près de onze contre un.

Quelques-unes des tendances qui se dessinent dans les marchés de l'eau de l'ouest sont examinées de près afin de dégager des solutions permettant de réconcilier le caractère parapublic de l'eau avec la réaffectation, la réduction des risques et l'équité, qui ont une influence sur ces marchés. Enfin, les différents systèmes américains et australiens permettant de définir les droits transférables de l'eau et de réduire les externalités induites par les échanges font l'objet d'une comparaison.

MOTS CLÉS:

Marchés de l'eau dans l'ouest des États-Unis: risques, spéculations et droits de propriété.

LES MARCHÉS DE L'EAU ET LEURS IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX, SOCIAUX ET ÉCONOMIQUES EN AUSTRALIE

Tom Rooney

RÉSUMÉ:

En Australie, l'échange des ressources hydriques s'est avéré être un outil efficace dans la répartition des risques de pluies moins fréquentes que prévues afin de diminuer l'impact négatif de la sécheresse sur les communautés rurales. Le système mis en place en Australie fonctionne dans un cadre composé de législations gouvernementales et fédérales qui autorisent les échanges de ressources hydriques le long des principaux cours d'eau du pays, grâce à une action commune.

Au fur et à mesure de la croissance du marché de l'eau en Australie, il est probable que de futurs contrats ainsi que d'autres dérivés soient conçus afin de favoriser la gestion des risques pour l'agriculture australienne.

MOTS CLÉS:

Australie, marché de l'eau, risques, irrigation, dérivés des marchés de l'eau.

LA PÉNURIE DE L'EAU AU MOYEN-ORIENT NE DOIT PAS COURT-CIRCUITER LE BIEN-ÊTRE ÉCONOMIQUE RÉGIONAL

Mordechai Shechter

RÉSUMÉ:

Au cours de toute discussion de paix qui a ou aura lieu dans notre région marquée par les conflits, la question de l'affectation équitable des ressources hydriques est et sera un sujet d'une importance capitale. Le mot qui revient constamment sur la table est la pénurie. Cela signifie qu'il n'y a pas assez d'eau pour tous les habitants de la région et que la pénurie ne fera qu'empirer au fil du temps, à cause de la croissance de la population, de l'impact climatique ou bien des deux.

DÉBLOCAGE DES RÉFORMES SUR L'EAU VIA LES MARCHÉS DE L'EAU: EXPÉRIENCE ET PROBLÈMES DE L'INDE

Nirmal Mohanty et Shreekant Gupta

RÉSUMÉ:

En Inde, les marchés de l'eau informels existent depuis des décennies dans certains états tels que Gujarat et Tamil Nadu. Bien qu'ils aient été souvent restreints et confinés aux échanges entre les irrigateurs, ils ont engendré des bénéfices efficaces et ont également permis aux fermiers disposant de peu de ressources d'obtenir un système d'irrigation. Les gains, cependant, ont été limités depuis l'arrêt des transferts intersectoriels. Par conséquent, le défi que doit relever l'Inde consiste à mettre en place des marchés d'eau formels qui peuvent élargir la portée des échanges et permettre les transferts de ressources hydriques d'un secteur à un autre. En outre, étant donné que les marchés de l'eau formels reposent sur une base juridique, il est possible de développer des réglementations visant à résoudre les problèmes de durabilité écologique.

Les marchés de l'eau sont très importants pour le secteur urbain, qui fait face à de graves pénuries mais n'est pas en mesure d'accéder aux marchés informels. Les marchés formels, quant à eux, peuvent optimiser relativement rapidement l'approvisionnement en eau des villes à un prix abordable. La commission nationale des ressources en eau a estimé qu'une réaffectation de seulement 5 % de l'eau d'irrigation annuelle au secteur urbain pourrait être conforme aux exigences des marchés formels au cours des cinquante prochaines années. Il est cependant important de remarquer que les marchés d'eau ne peuvent en aucun cas remplacer la rationalisation des tarifs et les autres réformes au niveau de la distribution d'eau dans les zones urbaines : ils ne font que les compléter.

MOTS CLÉS:

Formel, informel, urbain, réglementation, pénurie.

LE RÔLE DES MARCHÉS ET DE LA GESTION PUBLIQUE DE L'EAU EN ESPAGNE

Antonio Serrano Rodríguez

RÉSUMÉ:

L'eau doit satisfaire deux grandes fonctions sociales: la première requiert une action publique assurant la disponibilité de l'eau pour la vie, c'est à dire, le droit à l'approvisionnement en eau de qualité et la disponibilité des ressources en eau garantissant la durabilité environnementale de notre patrimoine naturel pour les générations futures. La seconde dimension est de considérer l'eau comme une ressource productive, dans un cadre où les instruments de marché ont un rôle important à jouer. C'est l'approche de cet exposé, axé sur l'importance et les conséquences de la prise en compte des instruments de marché dans une situation changeante et caractérisée par la nouvelle dynamique entraînée par le changement climatique, avec une pluviométrie inférieure enregistrée dans certains territoires espagnols, par l'influence des nouveaux Statuts d'Autonomie qui modifient la distribution traditionnelle des compétences dans la gestion des bassins hydrographiques en Espagne, et par l'élaboration de politiques publiques, nationales et dans l'Union Européenne, vacillantes face à une situation économique à l'échelle internationale qui semble forcer la remise en cause du rôle de l'agriculture et ouvrir de nouveaux domaines

d'action dans les productions telles que celles des biocombustibles, pouvant donner lieu à de nouvelles exigences d'irrigation dont il faudrait assurer au préalable l'efficacité et l'efficacité. Dans ce cadre, il est estimé nécessaire de privilégier les éléments de gestion et d'intervention permettant de satisfaire les objectifs des directives européennes et assurer une durabilité environnementale ainsi qu'un développement territorial équilibré dans les différentes Communautés Autonomes d'Espagne. En ce sens, nous constatons que les instruments de marché, convenablement complémentés par l'internalisation des effets externes associés aux différents usages et activités liées à l'eau peuvent constituer le mécanisme le plus efficace pour gérer les situations de sécheresse ponctuelle ou structurelle, après avoir garanti les ressources indispensables à l'approvisionnement de la population et à la durabilité du patrimoine naturel menacé.

MOTS CLÉS:

Eau, adaptation au changement climatique, politiques de l'eau, irrigation, planification hydrique.

PÉNURIE ET SÉCHERESSE EN ESPAGNE ET LES NOUVEAUX ENJEUX DE LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU

Abel La Calle Marcos

RÉSUMÉ:

La sécheresse est un phénomène naturel qui souvent constitue un problème pour la société.

La conception sociale de ce phénomène et les réponses qu'il a reçu ont changé au fil du temps et peuvent être analysées au travers des lois. L'analyse des lois espagnoles sur l'eau montre, outre cette évolution, les mesures qui ont été prises pour tenter d'y remédier au cours du temps. Le nouveau paradigme de la politique sur l'eau inauguré par la Directive Cadre sur l'Eau représente un changement très important de cette évolu-

tion. Le nouveau cadre juridique communautaire met l'accent sur la protection et l'usage durable de l'eau et par conséquent sur un plus grand contrôle afin que les mesures adoptées en matière de sécheresse ne constituent pas un obstacle à l'obtention des objectifs environnementaux. Ce nouveau paradigme implique l'intégration de la gestion des sécheresses à la planification hydrologique et de les distinguer de la pénurie d'origine sociale et économique afin de permettre une détérioration temporaire des eaux et de conditionner l'application de mesures pouvant produire une détérioration de l'état des eaux et des écosystèmes associés.

LA DIRECTIVE CADRE: RESSOURCES, PÉNURIE ET SÉCHERESSE EN ESPAGNE

Francisco Cubillo

RÉSUMÉ:

Les marchés de l'eau sont un excellent outil d'aide à la gestion de l'eau dans un territoire ou une Démarcation Hydrographique. Les possibilités qu'ils offrent, bien employées, peuvent contribuer à parvenir à une véritable gestion intégrée des ressources.

Les problèmes de pénurie dans les bassins méditerranéens ne répondent pas à un seul type de cause.

Dans nombre de cas, ils reflètent des augmentations de la consommation dans un territoire, suite à la croissance de population ou des activités consommatrices d'eau, au-delà des disponibilités ou du rythme d'incorporation de disponibilités.

Cet écart entre les disponibilités et les demandes peut être, à son tour, le reflet d'une planification inadaptée ou de changements dans

les modèles d'usage du territoire, matérialisés plus rapidement que la mise en œuvre de solutions et de mesures visant à satisfaire les besoins en eau des nouveaux modèles territoriaux.

Les approches de gestion du risque sont les plus indiquées pour l'application des marchés de l'eau. Les Plans de Sécheresse doivent être élaborés sur des principes de gestion du risque, tant de prévention comme d'amortissement et de solution aux impacts des sécheresses. De fait, lorsque dans un Plan, les paramètres de référence et les seuils d'action ont été établis pour chacun des intervalles et valeurs de ces paramètres, c'est une approche de gestion des risques qui est réalisée car les actions représentant des coûts et des impacts sur différents secteurs et usagers sont liées aux niveaux de probabilité de leur apparition.

PLANS SPÉCIAUX DE SÉCHERESSE DANS LES DÉMARCATIIONS HYDROGRAPHIQUES ESPAGNOLES

Teodoro Estrela Monreal et Elisa Vargas Amelin

RÉSUMÉ:

Durant les dernières années, le territoire espagnol est passé par une situation de sécheresse intense qui perdure encore aujourd'hui. Les événements de sécheresse se sont répétés affectant sévèrement l'environnement et la disponibilité de l'eau et provoquant d'importants impacts socio-économiques. Dans ces circonstances, la gestion des ressources en eau souligne le besoin d'une planification afin d'en prévenir et modérer les effets négatifs.

Afin de minimiser les impacts environnementaux, économiques et sociaux des éventuelles situations de sécheresse, la réglementation espagnole comprend la création d'un système global d'indicateurs hydrologiques servant de référence aux Organismes de bassin qui permettra d'élaborer ensuite les Plans Spéciaux d'Action en Situations d'Alerte et d'Éventuelle Sécheresse.

Après une période importante de lancement en 2006, les plans furent approuvés par Arrêté Ministériel en mars 2007. Ces plans comportent des mesures de modération relatives aux systèmes d'exploitation des ressources en eau, qui

constituent les unités de planification. Les plans furent soumis, de plus, en 2006 à un processus d'Évaluation Environnementale Stratégique (EES) et à une période d'information.

Depuis leur application, les PSS permettent une gestion planifiée des sécheresses, définissant leurs phases et décrivant les mesures pouvant s'appliquer progressivement et le suivi qu'il doit en être réalisé. De plus, ils comprennent des méthodes et des mesures accordées auparavant par toutes les entités impliquées : société civile, administration et communauté scientifique. Par conséquent, ils constituent d'importants documents de référence qui peuvent contribuer à minimiser les impacts de la sécheresse, d'une façon planifiée et participative. Cet article décrit le processus d'élaboration des plans et les résultats obtenus depuis leur application.

MOTS CLÉS:

Sécheresse, ressources en eau, modération, prévention, planification hydrologique, indicateurs de sécheresse, pénurie d'eau.

ALLOCATION DE L'EAU ET GESTION DE LA PÉNURIE EN ESPAGNE: LES MARCHÉS DES DROITS SUR L'EAU

Antonio Embid Irujo

RÉSUMÉ:

Les marchés des droits d'usage de l'eau apparaissent en Espagne comme une nouvelle forme de réallocation des ressources en eau, car les méthodes traditionnelles (révision des concessions, expropriation de droits, réallocations par Loi) ne sont plus opérationnelles. La Loi 46/1999, du 13 décembre introduit les contrats de droits d'usage de l'eau et autorise la création de Centres d'Échange des Droits d'usage de l'eau. La réglementation juridique est très nuancée et empêche

la spéculation et le stockage de l'eau en des mains privées. Durant la sécheresse qui a maintenant lieu, ces formes d'allocation des ressources ont été utilisées à différents moments comme moyen d'en éviter certains préjudices.

MOTS CLÉS:

Centres d'Échange des Droits d'usage de l'eau, concessions, contrats de cession des droits d'usage de l'eau, Organismes de bassin, sécheresse.

GESTION DE LA PÉNURIE, INCERTITUDE ET MARCHÉS D'OPTIONS EN ESPAGNE

Almudena Gómez Ramos

RÉSUMÉ:

La gestion de l'eau dans des contextes de pénurie, de plus grande pression pour la ressource et d'augmentation de la présence des effets du changement climatique exige de prendre en compte le risque comme un élément essentiel pour parvenir aux objectifs d'allocation efficiente et durable des ressources en eau. Les instruments traditionnels du marché se comportent comme des mécanismes qui assignent l'eau et le risque mais ne sont pas conçus pour la gestion de ce dernier élément de façon explicite. Le contrat d'option peut, lui, être considéré comme un instrument de gestion du risque dans la mesure où il est capable de l'allouer et de le partager entre les parties participantes. Dans cet exposé, nous analysons le potentiel du contrat d'option en tant que mécanisme d'allocation de l'eau et du risque dans des contextes d'incertitude

de la disponibilité des ressources en eau, en soulignant ses bénéfices par rapport aux autres modalités de marché. De même, la réflexion portera sur le cadre légal et institutionnel en Espagne et plus précisément s'il permet le développement de ce type d'instruments. Son éventuelle application au modèle actuel de gestion dans lequel les marchés ont acquis un rôle principal dans la solution des problèmes actuels de pénurie en Espagne sera également évaluée, une fois dépassé les limitations détectées ces dernières années dans le modèle actuel de gestion et d'allocation des ressources.

MOTS CLÉS:

Contrat d'option, allocation du risque, gestion de la pénurie, plans de sécheresse.

EXPÉRIENCE DES INSTRUMENTS DE MARCHÉ EN ESPAGNE

Jesús Yagüe Córdoba

RÉSUMÉ:

Les mécanismes de marché existant dans la Loi sur l'Eau se sont avérés clairement insuffisants face à des situations exceptionnelles auxquelles ils devaient répondre. Par conséquent, il a été nécessaire de développer d'autres instruments légaux pour y incorporer les cessions comprenant l'utilisation des infrastructures de transfert des eaux et l'acquisition des droits sur l'eau, à l'aide des Centres d'Échange à des fins environnementales ou pour la cession aux Communautés Autonomes, les bénéfices obtenus des contrats de cession interbassins n'ayant pas produit d'effets négatifs significatifs de caractère économique, social ou environnemental.

Les Centres d'Échange ont constitué une expérience intéressante dans les actions pilote qui ont été réalisées. Cependant, il n'a pas été simple de parvenir aux objectifs prévus bien que l'Administration ait offert de bons prix, probablement en raison de la méfiance que ces nouveaux instruments inspirent et de la culture existante du maintien à outrance des droits de l'eau. Cependant, il convient de souligner l'expérience positive pour le régime des débits de la rivière Júcar veillant au rapport rivière- aquifères dans le cas de la Mancha Orientale autant que pour tenter de contenir la dégradation des aquifères du Haut Guadiana, soumis à des prélèvements excessifs.

ÉVALUATION DE LA MISE EN ŒUVRE DES MARCHÉS DE L'EAU EN ESPAGNE

Ricardo Segura Graiño

Le panel se limite à répondre de façon concise aux trois questions élémentaires posées par la Coordinatrice de cette Semaine Thématique afin de concrétiser l'évaluation des Marchés de l'Eau en Espagne. Les réponses ont été élaborées au regard de leur expérience dans le traitement des dossiers d'échange de droits interbassins.

Cession de droits, interbassins, transferts des eaux.

EXPÉRIENCE DES INSTRUMENTS DE MARCHÉ EN ESPAGNE

Javier Calatrava Leyva

RÉSUMÉ:

Les marchés de l'eau devraient constituer un instrument supplémentaire à disposition des organismes de bassin et des usagers de la ressource indépendamment du degré de pénurie de l'eau et en tant que tels être intégrés aux plans de bassin.

ECONOMIC AND FINANCIAL ASPECTS-WATER DEMAND MANAGEMENT (A STRATEGY TO DEAL WITH WATER SCARCITY)

Saul Arlosoroff

RÉSUMÉ:

Les instruments et les politiques économiques et financiers représentent le fondement de la politique de gestion des ressources hydriques d'Israël ainsi que de sa stratégie de gestion de la demande en eau.

Ce document traite d'une stratégie exhaustive potentielle visant à enrayer les pénuries d'eau dans les pays pauvres en ressources hydriques, notamment au Moyen-Orient. La pénurie d'eau dans les pays, les villes ou les projets agricoles représentent aujourd'hui un trouble potentiel pouvant se développer en parallèle de la croissance nationale et des politiques socio-économiques de nombreux sites internationaux pendant plusieurs années.

Cette stratégie est, selon les cas, définie comme une gestion de la demande en eau, une conservation des ressources en eau et une augmentation de l'efficacité de l'usage de l'eau. Ces trois définitions ont provoqué un important revirement du paradigme de la gestion de l'approvisionnement en eau conventionnelle vers la gestion de la demande, ce qui favorise la production de quantités d'eau supplémentaires afin de répondre aux besoins immédiats de la société. Ce bouleversement est possible grâce à la création de quantités virtuelles via des stratégies de conservation, les marchés d'eau, la production industrielle et agricole accrue par unité d'eau ainsi que l'importation de produits agricoles nécessitant beaucoup d'eau et la baisse des exportations de tels produits.

L'expérience d'Israël en termes de gestion de la demande en eau est présentée comme un puissant instrument potentiel d'optimisation de la croissance et de la prospérité socio-économique avec des quantités d'eau limitées, mis à la disposition des sociétés.

L'État d'Israël a été créé en 1948, dans une région semi-aride. Il comptait alors 650 000 habi-

tants, bénéficiait d'un BIP de 300 dollars par habitant et utilisait approximativement 300 mètres cubes d'eau par personne à toutes fins. En 2007, Israël compte 7,2 millions habitants, son PIB est de 25 000 dollars par habitant et il a maintenu sa croissance sur un paramètre approximatif minimum de 250 mètres cubes d'eau douce par habitant afin d'optimiser l'augmentation des revenus généraux et personnels à grande échelle.

Bien qu'il s'agisse d'un pays semi-aride, il assure l'équilibre des exportations et des importations de sa production agricole réservée à la consommation suite au développement global de ses ressources hydriques naturelles, à une campagne nationale de longue haleine pour la conservation de l'eau, à l'optimisation de l'efficacité de l'usage de l'eau, à l'introduction d'un système complet de traitement et de réutilisation des eaux usées, au marketing et à l'échange des effluents traités parallèlement aux affectations d'eau douce pour l'agriculture. En outre, le pays a adopté une politique économique et financière de l'eau virtuelle via l'importation de céréales. Cette décision a permis d'économiser des quantités d'eau et ce, dans le cadre de sa gestion des ressources hydriques nationales et de sa stratégie de gestion de la demande.

Financés par les secteurs publics et privés, les travaux précurseurs et les efforts résultant en recherche et développement d'Israël ont déjà influencé différents pays et régions du monde alors même que la conservation des ressources en eau s'impose comme un outil indispensable et un besoin à l'échelle internationale.

Tandis que les pays situés dans les régions pauvres en eau souffrent de niveaux similaires ou plus graves de pénurie d'eau, des efforts ont été et sont actuellement mis en œuvre afin qu'ils intègrent et bénéficient des concepts développés en Israël.

VEILLE ÉCONOMIQUE DE L'EAU: LES LIMITES DE L'INFORMATION

José Gordon Rapoport

RÉSUMÉ:

Les institutions privées, comme les hôpitaux, les banques ou les usines, bénéficient depuis bien longtemps des outils de veille économique. Ces derniers comprennent une analyse, un reporting, un tableau de bord et même une exploration des données qui permettent de mieux comprendre ce secteur tout en assurant le traitement ou l'assimilation de plusieurs milliers de données individuelles. Ce document vise à présenter ce type de technologies aux institutions de gestion des

ressources hydriques. En outre, il explique brièvement divers concepts, notamment l'analyse OLAP multidimensionnelle, le Datamart et les algorithmes d'exploration des données.

MOTS CLÉS:

Veille économique, indicateurs clés de performance, tableau de bord, exploration de données, Datamart, systèmes d'aide à la décision.

Semaine Thématique 8

EAU ET SOCIÉTÉ

Éducation, Communication et Culture
Atelier pour une paix hydraulique universelle

Document de synthèse¹¹

Coordinateurs généraux:

Axe thématique communication:

Luis Guijarro García. Coordinador editorial de la revista Natura y Presidente de la Asociación de Periodistas de Información Ambiental (APIA).

Axe thématique culture:

Germán Bastida Colomina. Miembro de la Junta Directiva Fundación Nueva Cultura del Agua

Axe thématique éducation:

Víctor Viñuales. Director de la Fundación Ecología y Desarrollo

Atelier pour une paix hydraulique universelle

Mario Gaviria. Sociólogo. Premio Nacional de Medio Ambiente 2005

Artemio Baigorri. Profesor del Dpto. de Empresas y Sociología. Universidad de Extremadura

I CADRE DE RÉFÉRENCE

L'eau est une importante affaire de citoyenneté et c'est la raison pour laquelle la Tribune de l'Eau consacre une de ses semaines au débat sur le caractère social de l'eau autour de trois axes complémentaires : l'éducation, la culture et la communication. Les séances et les conférences de cette Semaine Thématique aborderont les aspects relatifs à l'éducation, la communication et la culture de l'eau.

En ce qui concerne l'éducation, un sujet qui pour tous commence dès les premières années de vie, il convient de préciser que l'eau tout comme les enfants, représente le futur d'un pays ou d'une région. L'eau comme les enfants, est sans défense et peut être blessée par l'homme. Or les enfants peuvent apprendre à connaître et à protéger cette ressource, une tâche qui commence à l'école. L'éducation s'adresse également aux adultes afin

d'obtenir, d'une façon plus efficace, les changements requis par la gestion durable de l'eau.

Quant à la communication, le citoyen bien informé peut avoir une influence positive dans la prise de décisions relatives au bassin hydrographique de sa région, à la rivière qui traverse sa communauté ou à la source où il s'approvisionne en eau, en veillant à la continuité administrative et en ménageant par conséquent un espace à sa gouvernabilité. La presse joue un rôle d'une importance essentielle dans ce processus d'information, de diffusion de la connaissance et de création d'une opinion dans la société. C'est la raison pour laquelle ce sujet crucial sera débattu pendant la semaine.

Enfin, il faut considérer la valeur culturelle de l'eau dans le contexte de la vie humaine et le besoin de pouvoir compter sur une culture de l'eau qui concilie le développement humain et la du-

¹¹Document élaboré d'après les exposés écrits, les présentations orales, les débats maintenus au cours des séances et de leur résumé préparé par les présentateurs, les intervenants et le coordinateur avec le soutien de l'équipe de la Tribune de l'Eau.

tabilité environnementale. À ce propos, l'histoire contient de nombreux épisodes qui seront abordés au cours de la semaine. Le passé, dans ce cas, plus qu'un simple registre chronologique des faits, représente un référentiel de solutions trouvées pour des problèmes qui se répètent de façon semblable. C'est pourquoi, la culture de l'eau, en plus de permettre de conserver les informations sur le passage de l'homme sur la Terre, est une riche source d'orientation pour résoudre des problèmes et pour garantir la survivance des sociétés.

L'éducation, la communication et la culture de l'eau sont essentielles à mise en œuvre d'une action d'envergure au niveau de la mobilisation sociale qui outre son importance dans la formation de civisme envers l'eau, permet de motiver et de stimuler continuellement les individus. Par conséquent cette Semaine Thématique devra compter sur un débat qui stimule une pensée constante de la protection et de l'utilisation rationnelle des ressources en eau à travers la mobilisation sociale ; il devra également favoriser à la fois la justice sociale en matière hydrique et le respect au droit de disposer d'eau en attribuant à cette ressource, bien au-delà d'un rôle économique, celui de satisfaction des besoins.

II. CONCLUSIONS ET PROPOSITIONS GÉNÉRALES

L'eau est un élément aussi indispensable dans la nature que dans la structuration de toute société et joue un rôle transversal du fait de son puissant rapport avec d'autres secteurs et politiques (environnementales, énergétiques, économiques, etc.).

Cependant, nous vivons dans une culture qui ne lui attribue pas sa juste valeur. En effet, peu de personnes connaissent le volume d'eau qu'elles consomment quotidiennement, directement ou indirectement si bien que le gaspillage de cette ressource est un fait courant. Dans ce contexte social, il faut créer, de manière urgen-

te, de nouveaux paramètres d'utilisation de l'eau, qui puissent transformer les groupes sociaux et mettre en place une communauté globale dans laquelle l'économie et la bonne gestion de l'eau constitueront un objectif de futur. Pour parvenir à cette évolution, il faut obligatoirement réaliser des actions éducatives auprès des enfants et des adultes, comprenant des processus de recherche basés sur la participation collective. La participation, l'éducation et la communication, sont conjointement avec la dimension culturelle, les outils indispensables aux changements qui s'imposent pour avancer sur la voie menant à la durabilité.

Actuellement, les scénarios dessinés par le changement climatique, augmentent les incertitudes sur la quantité et la qualité de l'eau ainsi que les éventuels conflits pouvant surgir pour le contrôle de cette ressource. Ces incertitudes sont perçues de plus en plus clairement dans les différents secteurs de la société. On observe actuellement un changement dans l'intérêt, les préoccupations et les comportements de la société qui nous amène à nous interroger, entre autres, sur les limites maximales de l'action sociale et sur le rôle des idées comme moteur de transformation.

Le moment présent exige de mettre en œuvre de nouvelles formes de gestion de l'eau pour garantir la durabilité présente et future et c'est pourquoi les processus éducatifs doivent transmettre des attitudes plutôt que des concepts et développer des capacités pour créer des nouvelles formes de gestion de l'eau.

L'eau en tant que ressource, subit une pression de plus en plus forte de la société et des activités économiques mais parallèlement, cette société qui l'utilise, exige une évaluation de la répercussion de ces usages sur l'environnement et même sur l'être humain. C'est pourquoi:

- *Il faut établir des politiques de gestion de la demande, orientées vers la durabilité économique et les écosystèmes.*

D'autre part, le débat sur l'eau n'est pas seule-

ment technique mais il implique des aspects sociaux importants, ce qui amène des modifications dans les rapports des citoyens avec les Administrations et une nouvelle façon de comprendre la politique de l'eau en y intégrant ses nombreux aspects et dimensions et en y impliquant l'ensemble des citoyens.

Participation citoyenne:

L'intervention publique d'une citoyenneté bien constituée, loin d'être un obstacle, représente un gain de temps et d'effort tandis que la crispation ou le désaccord risque d'entraîner d'importantes dépenses. En outre, les communautés possèdent un riche patrimoine de connaissances et de talents qui ne peut être négligé.

Il est donc proposé de:

- *Stimuler et créer des réseaux pour la participation afin d'échanger des informations, des connaissances et des expériences entre la citoyenneté et l'Administration.*
- *Éduquer et former les citoyens à la participation pour l'obtention d'accords et pour favoriser l'inclusion sociale.*

De même, étant donné que parfois les conflits ne sont pas accompagnés du calme, de la sérénité, du débat et de la participation nécessaires, il est proposé de:

- *Transmettre aux responsables publics le besoin d'éviter les conflits pour l'eau et parvenir à des accords et des consensus.*
- *Donner priorité à l'investissement des pouvoirs publics là où des accords ont été obtenus.*

Information et Communication :

L'information au sujet de l'eau est nécessaire même si actuellement cette information est excessive et que parfois elle présente même des contradictions et des orientations démagogiques, très politisées et catastrophistes. De nombreux messa-

ges signalent une "crise globale de l'eau" alors qu'il est plus exact de parler d'une "crise du modèle de gestion de l'eau". Ces crises sont nombreuses et leurs causes et solutions sont très variées.

C'est pourquoi:

- *Il faut revoir le type de présence du sujet eau dans les médias et le dissocier des catastrophes, des désastres et des menaces. Il faut au contraire susciter l'intérêt pour des questions techniques, économiques, sociales, environnementales et politiques.*
- *Il faut empêcher la répétition de messages simplistes, démagogiques ou dénaturés, basés sur un débat scientifique sommaire et sans un travail de réflexion préalable.*
- *Sensibilisation et propagande doivent être dissociées.*
- *Il faut améliorer la formation en matière environnementale des journalistes et des professionnels de la communication et leur montrer l'énorme complexité du monde de l'eau. Pour ce faire les responsables des médias doivent savoir qu'il faut absolument compter sur des professionnels spécialisés pour transmettre à la société des informations basées sur la connaissance et la rigueur.*

Éducation:

Le passage d'un paradigme anthropocentrique à un paradigme centré sur la coexistence entre l'homme et la nature entraîne également un changement culturel et de valeurs. Il est possible de modifier les habitudes et les usages sociaux relatifs à l'eau grâce à l'incorporation de nouvelles valeurs, bien que ce processus soit lent.

Toute action éducative mise en œuvre, destinée au public en général ou entreprise dans le cadre de l'enseignement, doit s'appuyer sur un plan d'action qui devra tenir compte de la situation de départ quant aux attitudes sociales et à la caractérisation générale de l'eau. L'apprentissage de l'eau est compliqué car son acquisition est influencée par des éléments de la culture collective

qui ne sont pas toujours favorables à la signification de l'eau ici formulée et aux expériences vécues. Normalement, l'objectif d'un grand nombre de ces actions est une capacitation des personnes et principalement des écoliers, en vue d'améliorer l'usage de la ressource. Mais à l'époque actuelle compliquée, cette intention ne suffit pas, il faut aller bien au-delà, et préparer la société à relever de nouveaux défis car c'est dans la dimension sociale acquise par l'eau que se regroupent les grands enjeux actuels: alimentation, énergie et environnement ainsi que leur bonne gestion. Les programmes éducatifs à l'école doivent présenter différemment la caractérisation de l'eau et proposer des stratégies conséquentes; les plans d'action destinés au public en général doivent être plus ambitieux et évaluer le degré de leur utilité. Pour ce faire, il est proposé de:

- *Créer une agence mondiale de l'eau qui stimule la connaissance, la culture et la diffusion des valeurs et des bonnes pratiques relatives à l'eau et au développement durable.*

Culture

L'eau coule et ne divise pas mais rapproche. Les cultures possèdent des éléments et des valeurs communes sur l'eau indépendamment des différences d'époques et de régions. C'est pourquoi:

- *Il faut inclure la valeur culturelle de l'eau dans la gestion politique.*
- *Il faut stimuler la gestion à travers les bassins nationaux et transfrontaliers en favorisant ainsi la collaboration internationale autour de l'eau et de sa gestion.*
- *L'agence mondiale de l'eau interviendra dans la résolution et l'arbitrage de conflits découlant de la gestion de l'eau à travers le dialogue et la participation de tous les acteurs impliqués.*

ENGAGEMENTS DE LA FONDATION ANNA LINDH POUR LE DIALOGUE INTERCULTUREL EN FAVEUR DE L'EAU: RÉFLEXIONS SUR LE FORUM DES JEUNES EURO-MÉDITERRANÉENS AUTOUR DU THÈME DE L'EAU ET DU DIALOGUE INTERCULTUREL

Eman Qaraeen

RÉSUMÉ:

Cet exposé n'est autre qu'une contribution à la semaine thématique « Eau et Société. Communication, culture et éducation », organisée dans le cadre d'Expo Zaragoza 2008. Les activités de la fondation Anna Lindh ont été conçues dans le cadre d'une campagne intitulée « L'eau, notre avenir commun », au départ développée par la fondation pour l'Année du Dialogue Interculturel 2008, en collaboration avec l'Institut Européen de la Méditerranée (IEMED) et le Réseau fleuves Europe (ERN). Cette campagne s'inscrit clairement dans la lignée de la question du dialogue et du fort potentiel de travail en réseau. Il s'avère par conséquent important d'aller au devant de la société civile et de la faire participer. La Campagne était le fruit d'un processus d'évaluation et d'élaboration qui a débuté par l'organisation d'une réunion d'experts à laquelle ont participé des personnes qualifiées qui travaillent à développer une nouvelle culture de l'eau entre la société, l'environnement et l'art.

Cette réunion, qui s'est tenue du 30 novembre au 1er décembre 2006, a rassemblé 15 experts dont des militants sociaux, des experts et des chercheurs en écologie, des artistes et des architectes, et des fonctionnaires, tous désignés ou recommandés par les réseaux nationaux de la fondation Anna Lindh. La réunion avait pour objectif d'identifier les différents aspects des travaux sur l'eau que la fondation souhaite mener. Le schéma d'une campagne multiple, qui portait sur trois dimensions, a été élaboré:

- ▶ la mobilisation sociale;
 - ▶ la recherche et le travail en réseau pour les jeunes;
 - ▶ la création artistique.
- Les experts ont proposé trois composantes:
- ▶ Le grand saut euro-méditerranéen (mobilisation sociale);
 - ▶ L'eau et les cultures dans les forums de discussion des jeunes (recherche et travail en réseau);
 - ▶ Le concours artistique Aqua Treasury (création artistique)

RENVERSEMENT DE SITUATION: LE RÔLE DES MÉDIAS DANS LA PARTICIPATION DU PUBLIC AUX DÉBATS ET AUX PRATIQUES LIÉS À L'EAU

Irfan Shahzad

RÉSUMÉ:

Nul n'est besoin de dire que l'eau est l'un des sujets les plus préoccupants auquel la population de la planète, en particulier des pays en développement, doit faire face aujourd'hui. L'eau connaît de nombreux problèmes car il y a, entre autres, une absence de prise de conscience, en particulier des individus. Ces dernières années, les médias ont été les témoins de développements fulgurants sur fonds d'avancées technologiques. Ces développements présentent des avantages et des inconvénients. Il est vrai que les médias ont joué au cours des dernières années un rôle crucial dans la sensibilisation en faveur des questions sociales. La couverture des sujets comme l'eau et l'assainissement est toutefois loin d'être satisfaisante. Alors que l'eau est dans l'ensemble un thème dont on fait peu, voire pas, mention, les sujets traités dans les médias souffrent souvent

de l'esprit commercial, d'intérêts particuliers et du manque d'orientation appropriée des journalistes. Le côté humain fait cruellement défaut. L'objectif souhaité que les pauvres prennent « part aux solutions » aux problèmes liés à l'eau reste par conséquent à l'état de rêve. Dans les pays en développement, les médias doivent faire de l'eau un sujet prioritaire, aller au-delà de l'esprit commercial sur les sujets importants et proposer, lorsqu'ils traitent des questions liées à l'eau, des démarches qui placent le public au cœur du sujet. Si l'on implique le public comme il se doit, il ne restera que peu d'efforts à fournir.

MOTS CLÉS:

Questions de l'eau, sensibilisation à l'eau, rôle des média, implication du public, démarches orientées vers le public.

ADAPTATION COMPORTEMENTALE: PASSER D'UNE RELATION OÙ L'EAU EST UNE DENRÉE BON MARCHÉ À UNE RELATION OÙ L'EAU EST UNE RESSOURCE SACRÉE, SOURCE DE VIE

Stephen Leahy

RÉSUMÉ:

Presque partout dans le monde, l'eau est considérée comme une ressource ou une denrée illimitée et facile à fabriquer. Les comportements ne reflètent en aucun cas la réalité de l'eau et pourtant, cette conception erronée est très courante à tous les niveaux de la société au Canada et dans de nombreux autres pays. L'eau est par conséquent gaspillée, polluée et mal gérée presque partout. Afin de faire face aux nouveaux défis posés par l'eau, il est essentiel que nous modifiions notre relation à l'eau et que cette dernière ne soit plus considérée comme un produit ou une denrée mais bien une ressource dont notre vie dépend. Durant presque toute l'histoire de l'humanité, excepté au

cours des deux derniers siècles, l'eau a toujours été sacrée. Il est temps de procéder à une « adaptation comportementale ».

Les journalistes et les personnes travaillant dans le domaine de la communication ont un rôle important à jouer : ils doivent mettre au jour et expliquer la réalité de l'eau et étudier la façon dont les comportements déterminent les décisions que nous prenons en matière d'eau. Plus important encore, ces personnes doivent tout d'abord se défaire de leurs illusions, très courantes, sur l'eau afin de pouvoir poser les bonnes questions. Il s'agit d'un travail de très haute importance car l'humanité est en train de redessiner la Terre et son climat sans bien savoir ce qu'elle fait.

LE PROJET WET: L'ÉDUCATION À L'EAU POUR RELEVER LES DÉFIS MONDIAUX LIÉS À L'EAU DU XXIE SIÈCLE

Sandra Deyonge et John Etgen

RÉSUMÉ:

Les problèmes mondiaux liés à l'eau continuent de s'intensifier et d'affecter la qualité de vie de milliards d'individus. Le projet WET a pour objectif de sensibiliser les enfants, les parents, les enseignants et les communautés du monde entier à l'éducation à l'eau afin de les aider à relever les défis du XXI^e siècle posés par les ressources en eau. Ce projet se base sur le fait qu'une bonne compréhension des ressources en eau pourrait aider les élèves et bien d'autres personnes à protéger les communautés locales par le biais de projets d'action, prendre part à l'économie mondiale croissante en comprenant bien la valeur que revêt l'eau, soutenir et prendre part à l'élaboration de technologies innovantes visant à garantir à une population mondiale et à une économie toutes

deux en constante augmentation un accès à des ressources en eau pure, et reconnaître la relation existant entre la gestion des ressources hydriques et la stabilité internationale. Le projet WET est actuellement en cours de réalisation dans plus de 30 pays sur les cinq continents et les documents afférents ont été traduits en plusieurs langues. L'adaptation croissante au niveau mondial du projet WET peut s'expliquer par: une activité et une formation dynamique (axées sur le développement des compétences des élèves du XXI^e siècle), son réseau de formateurs, de professionnels et de partenaires des ressources hydriques, ses publications conçues selon un processus unique d'ateliers d'écriture, et des événements autour des ressources en eau organisés au niveau des communautés locales.

WATER WATCH PENANG: UTILISER LA GESTION DES BESOINS EN EAU EN FAVEUR DE LA DURABILITÉ DE L'EAU EN MODIFIANT LES MODES DE VIE ET LES HABITUDES DE CONSOMMATION D'EAU

Ngai Weng Chan

RÉSUMÉ:

La Malaisie est un pays riche en ressources hydriques. Cependant, la mauvaise gestion des ressources, le gaspillage et la pollution ont engendré des problèmes liés à l'eau. C'est donc pour permettre au pays de s'attaquer à ces problèmes que Water Watch Penang (WWP), une organisation à but non lucratif, a été créée en 1997. Sa vision se fonde sur cinq principes, à savoir (i) la durabilité écologique ; (ii) la justice sociale ; (iii) la productivité économique ; (iv) le dynamisme culturel ; et (v) la participation des peuples. WWP apprend aux parents à jouer le rôle, très important, de « gestionnaires de l'eau » à la maison et sur leur lieu de travail. Les parents gèrent le budget en eau du foyer et apprennent à leurs enfants à économiser l'eau. WWP encourage la gestion des besoins en eau afin de s'assurer que les ressources en eau ne s'épuisent pas et restent durables. Grâce à la gestion des besoins en eau, on arrive à économiser, au niveau national, un volume d'eau significatif et cette gestion peut nous permettre de sauve-

garder des grands projets hydrologiques pour les générations à venir. En Malaisie, grâce au contrôle de l'eau domestique, une forme de gestion des besoins en eau, les techniques de recyclage et d'économie de l'eau deviennent des stratégies clé en matière de lutte contre les pénuries d'eau et contre d'autres problèmes liés à l'eau. WWP collabore également avec le gouvernement et les prestataires de services dans le domaine de l'eau pour réduire les taux élevés de volume non facturé, améliorer les usines de traitement des eaux, sensibiliser davantage et assurer l'éducation des populations, et traiter d'autres sujets liés à l'eau. L'objectif ultime de WWP est de créer en Malaisie une « société d'économie d'eau ».

MOTS CLÉS:

Malaisie, Water Watch Penang, gestion des besoins en eau, contrôle de l'eau domestique, société d'économie d'eau.

L'ÉDUCATION COMME OUTIL DE GESTION VERS LA DURABILITÉ

Javier Benayas del Álamo

RÉSUMÉ:

Depuis la publication du Rapport Bruntland dans les années 80, le développement durable est devenu un concept employé, utilisé et discuté par les nations, quelle que soit leur situation géographique. L'étendue de ce terme et de tout ce qui le concerne a pris une telle importance que l'Assemblée Générale des Nations Unies a adopté, le 20 décembre 2002 la résolution 57/254 proclamant la Décennie de l'Éducation au Service du Dé-

veloppement Durable (2005-2014) au cours de laquelle chaque pays doit établir ses propres priorités et modes d'intervention. Pour satisfaire les conditions environnementales, sociales et économiques de chaque communauté (UNESCO, 1997), il faut que les objectifs et les plans de futur soient définis localement. Cependant, il ne faut pas oublier l'origine de cette démarche qui est profondément enracinée dans l'éducation environnementale.

L'OBSERVATORI. LE SUIVI DES INDICATEURS SOCIO-ÉCOLOGIQUES DANS LE BASSIN DU FLEUVE TORDERA

Martí Boada et Roser Maneja

RÉSUMÉ:

La reconnaissance de l'existence d'un changement environnemental au niveau global et la demande sociale croissante quant à la recherche de solutions aux problèmes environnementaux actuels ont donné lieu à l'apparition de nouvelles propositions épistémologiques et méthodologiques à partir de la science qui intègrent de nouveaux éléments dans son approche.

WATER FOR LIFE: LA FORMATION DES FORMATEURS EN EAU À SYDNEY, AUSTRALIE

Ben Taylor

RÉSUMÉ:

Water for Life est le programme phare d'éducation à l'eau des communautés du gouvernement de Nouvelles Galles du Sud (Australie). Ce programme a déjà permis d'augmenter sensiblement les économies en eau et la compréhension des questions de l'eau dans le grand Sydney. Ce document donne un aperçu des stratégies de « formation des formateurs » utilisées dans le cadre de ce programme, des leçons clés qui ont été apprises et des principales évaluations réalisées jusqu'à ce jour.

Réaliser des économies d'eau est devenu une seconde nature pour les entreprises et les habi-

tants du grand Sydney. Dans le même temps, Water for Life a lancé des campagnes conjointes au niveau des communautés, réalisé des projets novateurs d'éducation à l'eau sur le terrain et délivré des formations et des ouvrages de référence pour le gouvernement local. Plus de 3,3 millions de personnes s'attèlent régulièrement à économiser de l'eau et 85 % des habitants sont conscients du travail collectif effectué afin de protéger les ressources hydriques de Sydney.

MOTS CLÉS:

Eau, éducation, formation, renforcer les capacités.

COMMUNICATION, PARTICIPATION ET CHANGEMENT DU MODÈLE DE GESTION DE LA POLITIQUE PUBLIQUE DE L'EAU

Julio César de Cisneros Britto

RÉSUMÉ:

Face aux problèmes de la politique de l'eau, les acteurs politiques et sociaux agissent suivant un système déterminé d'idées ou de valeurs soumises au débat politique et social qui permet l'échange des positions, dans un processus de communication qui devient alors apprentissage et aboutit à un changement des attitudes, avec des conséquences, dans la pratique, sur l'ordre de ces valeurs, les coalitions qui les maintiennent et les

structures qui les soutiennent. Par conséquent, le principal moteur du changement se trouve dans l'interaction sociale, la communication et la participation sociale.

MOTS CLÉS:

Participation, communication, coalitions de promotion, systèmes de croyances.

L'EAU DANS LES JOURNAUX TÉLÉVISÉS

LE TRAITEMENT INFORMATIF ACCORDÉ

AUX RESSOURCES EN EAU

Pablo Francescutti

RÉSUMÉ:

La télévision est l'un des principaux médias par lequel la population s'informe sur l'environnement. Il convient donc de s'interroger sur la façon dont le problème de l'eau est abordé. Pour fournir une réponse provisoire à la question, nous présentons ici, les résultats préliminaires d'une étude sur les informations relatives aux ressources en eau diffusées dans les principaux journaux télévisés du pays. L'étude réalisée sur une année par l'équipe du Grupo de Estudios Avanzados de la Comunicación de la Universidad (Groupe d'Études Perfectionnées de la Communication de l'Université) Rey Juan Carlos, démontre que ces informations se regroupent uniquement en deux pôles : l'excès

(inondations, pluies torrentielles) et la pénurie (sécheresse). Il s'agit essentiellement d'informations aux connotations négatives qui offrent une version simplifiée ou catastrophiste du phénomène à multiples facettes de l'eau et qui omettent des aspects d'une importance cruciale comme les mesures d'économie de l'eau, les techniques de stockage et d'assainissement ou le développement de nouvelles technologies hydrauliques pour ne citer que quelques exemples.

MOTS CLÉS:

Eau, journaux télévisés, informations, catastrophisme.

DOIS-JE FERMER LE ROBINET QUAND JE ME LAVE LES DENTS?

LES DÉFIS ACTUELS ET FUTURS DE LA COMMUNICATION CONCERNANT L'EAU

Eric Mollard

RÉSUMÉ:

Il existe une thèse politiquement incorrecte mais qui peut être débattue scientifiquement selon laquelle il faut intensifier l'utilisation démesurée de l'eau urbaine ou agricole puisque l'eau est un flux cyclique. Et ce, non seulement à travers le cycle de l'eau mais également à travers les nombreux recyclages qui la feront retourner à un moment donné pour que les utilisateurs et l'environnement en profitent en aval. Il est indéniable que cette affirmation est un peu provocatrice cependant l'intention est de proposer d'autres alternatives à la communication simpliste basée sur le débat scientifique succinct destiné au public.

Dans un domaine où les scientifiques reconnaissent les limites de leur expertise dues à la méconnaissance de certains processus hydrologiques ou à une interprétation encore débattue actuellement, la communication relative à l'eau peut-elle dépasser le niveau propagandiste de la sensibilisation ? Avec des informations plus complètes, c'est à dire en incorporant également les incertitudes scientifiques, ne risquons-nous pas de décourager le militant de base ?

Au cours de cette conférence, nous avons d'abord abordé les avantages de la sensibilisation que ce soit dans les pays en voie de développement comme dans les pays développés. Ensuite, les processus psychologiques, sociaux et politiques qui freinent l'implantation dans les faits et les pratiques de l'imaginaire idéal de l'eau ont été analysés. Finalement, nous avons lancé un débat sur les limites des médias en ce qui concerne l'eau.

De quoi [nos contemporains] ont-ils besoin ?

Non seulement de s'informer : dans ce siècle positif, l'information attire souvent leur attention et les rend incapables de l'assimiler.

Non seulement les armes du bon sens, car trop combattre pour les acquérir épuise leur pauvre énergie morale.

Ce dont ils ont besoin, ce dont ils sentent qu'ils ont besoin, c'est d'un état d'esprit qui leur permette de tirer profit des informations et de faire preuve de bon sens pour pouvoir en toute clairvoyance faire le bilan de ce qui se passe dans le monde et également de ce qui peut se passer au fond d'eux-mêmes.

Charles W. Mills

CONSTRUCTION D'USINES DE PRODUCTION DE PAPIER SUR LES RIVES DU FLEUVE URUGUAY:

ANALYSE D'UN CONFLIT ENVIRONNEMENTAL PRÉSENT DANS LES MÉDIAS DEPUIS 2004

Claudia Mazzeo

RÉSUMÉ:

L'annonce de la construction de deux usines de fabrication de cellulose sur les rives du fleuve Uruguay : la finlandaise Botnia et l'espagnole ENCE, a marqué le point de départ de différentes manifestations sociales d'une ampleur et caractéristiques sans précédents en Amérique Latine.

Il s'agit du premier cas dans la région sur un sujet lié à la protection de l'eau et de l'environnement auquel les médias consacrent un espace continu et soutenu depuis 2004 à nos jours.

Nous analyserons les facteurs déterminants du conflit qui s'est amplifié progressivement entre les deux rives du fleuve, dans les villes de Fray Bentos (Uruguay) et de Gualeguaychú (Argentine) ainsi que ses répercussions dans d'autres domaines et les aspects les plus importants du sujet traités dans les médias au cours de ces quatre années.

MOTS CLÉS:

Usine de cellulose, Fleuve Uruguay, Fray Bentos, Gualeguaychú, pollution, conflit environnemental, autorisation sociale, mobilisation sociale, conscience environnementale, médias.

CONSTRUCTION D'UNE NOUVELLE CULTURE DE L'EAU

David Barkin

Conférence Magistrale

RÉSUMÉ:

La gestion de l'eau provoque actuellement un croissant désordre social et environnemental dans de nombreuses parties du monde. Plutôt que d'atténuer les problèmes, la croissante urbanisation et la croissance économique laissent d'énormes groupes sociaux en dehors du principe universel du droit de l'homme à l'eau en quantité et en qualité et de la responsabilité collective pour défendre l'intégrité des écosystèmes. Face à la gravité de ces problèmes, le Tribunal Latino-américain de l'Eau a été créé pour exposer les conflits que les institutions nationales n'ont pu résoudre et tenter de mettre en œuvre des processus de négociation.

Suite à la croissante centralisation économique et politique particulière au monde actuel, de nouvelles initiatives et capacités se présentent pour résoudre ces problèmes qui souvent sont contestataires et réprimées. Cependant, ces initiatives profitent de connaissances héritées ou de technologies 'appropriées' rejetées par les fonctionnaires

et par les grandes entreprises des industries qui se font la concurrence pour remporter des marchés nationaux ou internationaux. Dans cette tradition, sont apparus les mouvements de la Nouvelle Culture de l'Eau et de Reprendre le Contrôle Public de l'Eau, des mouvements très différents de la culture des ingénieurs qui dirigent encore les institutions, les conseils mondiaux et les institutions financières internationales : ensemble ils réclament le droit au contrôle public de l'eau et à l'accès universel à l'eau pour les nécessités essentielles et pour les écosystèmes. La transformation de l'eau en marchandise refuse ces droits à des millions de personnes et de nouvelles initiatives nationales sont actuellement mises en place pour éviter les abus du marché dans sa gestion. C'est seulement ainsi qu'il sera possible de construire des institutions qui permettent de renverser la tendance actuelle qui fait que les phénomènes et les bouleversements naturels se transforment en désastres naturels pour que les administrations publiques continuent à se laver les mains du haut de leur dédain et de leurs erreurs.

PROTÉGER L'EAU C'EST PROTÉGER LA VIE. APPORTS DE LA CULTURE ANDINE À LA NOUVELLE CULTURE DE L'EAU

Marco Arana Zegarra¹⁴

Conférence Magistrale

RÉSUMÉ:

Au Pérou d'aujourd'hui, les luttes andines contre l'industrie minière sont des luttes pour la défense de la terre et de l'eau et également pour une redistribution équitable de la richesse. Cependant, l'aspect le plus dur de ces luttes concerne la défense de l'eau et de la terre qui actuellement constituent le sujet le plus sensible du conflit avec les industries d'extraction minière qui consomment ces deux ressources de manière intensive et extensive.

Pour ceux qui encouragent uniquement l'avance incontrôlée des activités minières comme étant le secret du succès de l'actuelle politique économique néo-libérale, le sujet de la redistribution du revenu minier est pour ainsi dire résolu puisqu'à travers la redevance minière, quelques gouttes "coulent" de l'immense richesse extraite¹³. Ce qui préoccupe le plus les entreprises et les gouvernements qui les soutiennent est la mise en question par les luttes andines de la logique perverse d'un système basé sur les activités minières qui doivent s'approprier de l'eau et de la terre des communautés en les déplaçant de leurs territoires ou en les soumettant à un ensemble de violations des droits de l'homme comme le droit à la vie, à l'eau et à la santé. Les luttes des communautés contre l'absence de contrôle et l'expansion des activités minières prennent une dimension plus

globale. De plus en plus de villages du Sud luttent pour le droit à la terre et à l'eau, pour la souveraineté et le contrôle de leurs ressources de façon à pouvoir augmenter leurs opportunités et exercer pleinement leurs droits sociaux, économiques, culturels et environnementaux. Les luttes des communautés andines pour l'eau et pour la terre doivent être entendues comme le combat pour la généralisation des droits sociaux, économiques, culturels et environnementaux. (DESCA).

Au Pérou comme dans tous les pays de l'Amérique Latine, les défenseurs de l'eau et de la terre sont accusés de défendre des idées contraires à la croissance économique qui s'identifie erronément avec développement. Le président García lui-même et les porte-paroles des entreprises ont dénoncé la conspiration de "mouvements écologiques internationaux" qui s'opposent à la croissance économique du pays et qui soutiennent les protestations paysannes à travers les ONG ou l'église catholique. Cependant, ce qui irrite le plus les groupes de pouvoir est le fait que les luttes andines pour sauver la terre et l'eau en fait, remettent en question la racine du modèle économique basé sur l'utilisation irrationnelle des ressources naturelles pour produire d'énormes profits à des groupes de pouvoir de plus en plus petits. Les immenses richesses provenant des industries minières du Pérou élargissent encore davantage la

¹² Prêtre diocésain. Titulaire d'un Magister en Sociologie et Diplômé en Théologie. Prix National des Droits de l'Homme du Pérou. Membre de la Direction de la Red Muqui, Desarrollo y Minería (Réseau Muqui, Développement et Industrie Minière) du Pérou et del Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina. (Observatoire des Conflits de l'Industrie Minière d'Amérique Latine).

¹³ La redevance minière est un % de l'impôt sur le revenu que l'Etat perçoit des entreprises. En outre, l'Etat accorde un ensemble de déductions d'impôts en faveur des investissements privés.

fracture de l'exclusion sociale: *"Parmi les 10 000 premières entreprises du Pérou, le chiffre d'affaires de 20 d'entre elles représente 24% du total. Parmi ces 20 entreprises 8 sont des sociétés minières et 8 autres des sociétés pétrolières. Presque la moitié des 100 premières entreprises qui concentrent la richesse, sont des sociétés transnationales. 20 entreprises obtiennent 46% de bénéfices nets tandis que 6000 autres n'obtiennent qu'1% de bénéfices nets un chiffre d'affaires de 14% du total."*¹⁴

Les sociétés minières et pétrolières ne pourraient pas réaliser de tels bénéfices sans accéder à l'eau et à la terre des communautés paysannes et autochtones qui, leur vie durant, luttent pour le respect de leurs droits fondamentaux. Une base importante de ces luttes est la culture andine de l'eau qui tout au long de plus de 500 ans de domination a su survivre en s'adaptant, en intégrant de nouveaux éléments et en réaffirmant ses éléments les plus solides concernant la protection de la terre et de ceux qui l'habitent.

Pedro Arrojo a affirmé qu'il faut évaluer les apports provenant d'autres cultures pour créer une nouvelle culture de l'eau en allant au-delà d'une approche réductionniste qui n'a vu en elles qu'un "animisme culturel" ou des "superstitions pleines de craintes", et il a également attiré l'attention sur le besoin d'évaluer les apports d'autres cultures qui plutôt qu'une crainte de la

nature, montrent un respect réel et profond envers elle qui a dû être sacrifié par la rationalité mercantiliste des ressources naturelles. Je crois que la création d'une Nouvelle Culture de l'Eau ne peut pas omettre l'étude et les apprentissages d'autres horizons culturels sinon que ces derniers doivent être considérés comme d'authentiques formes de connaissance et de savoir à partir desquels il sera possible d'enrichir et d'approfondir de nouvelles approches théoriques et de mettre en œuvre de nouvelles politiques hydrologiques. Les apports tels que ceux de la culture andine peuvent être une source d'inspiration pour de nouveaux modes de vie et de nouveaux cadres institutionnels dotés de véritables contenus de solidarité sociale et de responsabilité écologique sans lesquels la paix et la durabilité écologique des nations et de la planète ne pourront jamais être garanties.

La présente conférence aborde les trois aspects suivants :

- a) Les impacts environnementaux et culturels des activités minières modernes sur l'eau et sur les communautés environnantes.
- b) Les éléments principaux de la culture andine de l'eau dans les communautés du Pérou.
- c) Les principaux apports de la culture andine pour la consolidation d'une nouvelle culture de l'eau.

¹⁴ Rapport Annuel 2008 concernant les 10.000 premières entreprises du Pérou. Peru Top Publications. Diario La República, Lima. 17.07.2008

LE RÔLE DES MOUVEMENTS SOCIAUX DANS LE CHANGEMENT DE PARADIGME DE L'EAU

Joan Corominas Masip

RÉSUMÉ:

Actuellement, la gestion de l'eau est insatisfaisante pour un grand nombre d'utilisateurs et de groupes sociaux. Les citoyens ne se souviennent plus de rivières en bon état de conservation et éprouvent une certaine crainte quand ils voient que les réserves d'eau diminuent et que des restrictions d'eau pourraient se produire et affecter leur qualité de vie.

Cette situation ne concerne pas l'Espagne uniquement mais, avec des nuances et des intensités différentes, elle se produit également dans de

nombreux pays du monde, dans les des régions les plus développées tout comme les plus défavorisées. L'eau est une ressource essentielle à la vie et les modèles traditionnels de gestion, à une époque de grande croissance de la population mondiale et de développement économique, produisent des inégalités dans la capacité de son utilisation et une détérioration de sa qualité et des écosystèmes associés aux rivières, aux lacs et au littoral.

ÉFLEXIONS PARTAGÉES POUR ORGANISER À L'ÉCOLE UNE ACTION TRANSFORMATRICE AUTOUR DE L'EAU

Carmelo Marcén Albero

RÉSUMÉ:

Une lecture critique des changements qui se sont produits au cours des dernières décennies dans les conduites collectives pour la gouvernabilité de l'eau jette quelques lumières et trop d'ombres. Parmi les lumières, il convient de signaler la démarche généralisée d'inclure le traitement de l'eau dans les programmes des établissements d'éducation et l'augmentation de la création d'associations et de réseaux d'intervention pour consolider les changements de conduites. En ce qui concerne les ombres, il est à signaler que ces changements n'ont eu pour ainsi dire aucune répercussion comme en témoignent les problématiques locales et générales actuelles, qui répercutent dans la dynamique environnementale globale et dans la survie de nombreux groupes sociaux. En examinant succinctement les motifs de cet immobilisme, nous pouvons constater que les actions éducatives mises en œuvre dans et hors du cadre

scolaire présentent certaines lacunes ou subissent des difficultés externes qui les conditionnent. Pour effectuer une analyse minutieuse, il faudrait connaître les variables servant d'argument à ces actions afin de proposer un ensemble de mesures qui les rendraient plus efficaces. Pour ce faire, il est nécessaire de mettre en œuvre des processus de recherches multiples qui permettraient de concrétiser l'importance des développements curriculaires dans l'enseignement obligatoire, des attitudes des élèves, des matériels qu'ils utilisent, de la formation du corps enseignant ainsi que de l'interdépendance de l'ensemble de ces facteurs.

MOTS CLÉS:

Enseignement obligatoire, programmes d'intervention, modification des attitudes, recherches.

AVANCES DANS LE DÉVELOPPEMENT DES CAPACITÉS POUR LA GESTION RAISONNÉE DES RESSOURCES EN EAU ET L'ACCÈS À L'EAU POTABLE ET À L'ASSAINISSEMENT

MA. Damián Indij

RÉSUMÉ:

L'article revoit le concept de développement des capacités comme un processus dynamique, complexe et continu, essentiel à l'obtention réelle de nouveaux paradigmes tels que la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) et atteindre des objectifs universels comme les Objectifs du Millénaire.

Les éléments exposés sont basés sur l'expérience de LA-WETnet, le Réseau Latino-américain de Développement des Capacités pour la Gestion Intégrée de l'Eau qui fait partie du Réseau International Cap-Net PNUD (Programme des Nations Unies pour le Développement).

Dans un contexte où d'énormes besoins touchent des milliards de personnes dans le monde entier et menacent la durabilité des différents écosystèmes, il est urgent de trouver des solutions réelles et efficaces. À ces problèmes s'ajoute également le bas niveau d'investissement accordé à l'éducation sous toutes ses formes. C'est pourquoi, l'article montre que les réseaux de développement des capacités sont une réponse efficace pour garantir que les processus d'amélioration de la gestion de l'eau reposent sur des piliers aux capacités adaptées.

Les réseaux de développement des capacités comme LA-WETnet, ont été créés dans le monde entier au cours de ces dernières années comme une réponse stratégique à la demande d'aptitudes plus importantes et de capacités tournées vers

l'implantation de la GIRE. Ce modèle de réseaux constitue des partenariats régionaux entre d'importantes institutions comme les universités, les centres de ressources, les associations, les ONG, les agences du gouvernement et organismes de Nations Unies, impliquées et engagées dans le développement des capacités dans le secteur de l'eau. Le potentiel et l'importance des réseaux de développement des capacités sont basés sur l'expérience, le niveau des activités, la portée et la connaissance de leurs membres. Le succès de ces partenariats repose sur l'art de conjuguer toutes ces valeurs et ces ressources et de consolider la capacité de chaque membre et du réseau comme un tout.

La gestion de la connaissance est un outil stratégique qui permet d'atteindre les objectifs organisationnels non seulement au réseau en tant qu'organisme mais également aux différents membres qui en font partie. À travers la gestion de la connaissance dans les réseaux, un cycle continu s'est lancé dans lequel la connaissance se crée, s'adapte, se partage et se transmet aux différents groupes du secteur de l'eau. Le contenu de la connaissance change quand celle-ci se développe et quand les demandes sont satisfaites, mais le cycle s'accroît positivement en dotant ces partenariats d'importance et de durabilité.

Enfin, l'article présente un tableau des progrès et des opportunités des différents éléments qui forment le développement des capacités.

Atelier pour la recherche de la paix hydraulique

Mario Gaviria y Artemio Baigorri

MÉTHODOLOGIE

Cet Atelier a été créé pour accueillir trente personnalités de renom de différents domaines d'action, de recherche ou de pensée, provenant de toutes les communautés autonomes espagnoles et dont les coordonnées personnelles figurent dans un document annexe.

Du 22 juillet au 1er août, les personnalités invitées sont contactées et confirment leur présence. L'urgence de la convocation et les dates établies empêchent la participation de certaines personnalités.

Cependant, 29 personnes dont les coordinateurs, participent à l'Atelier ainsi que le Maire de Saragosse, M. Juan Alberto Belloch (qui a prononcé l'exposé de présentation), le professeur Ramón Tamames et le directeur de l'Expozaragoza 2008 M. Jerónimo Blasco, qui avec l'ex-président de la Communauté d'Aragon M. Santiago Marraco, le sénateur Francisco Javier Tuñón, le Défenseur du Peuple de Navarre, M. Francisco Javier Enériz (qui en outre ont participé pendant toute la durée de l'atelier en leur qualité de participants à l'atelier) ont présenté des exposés et des propositions d'introduction.

Il convient également de signaler la participation de personnalités importantes du secteur de l'eau, comme l'aragonais M. Carlos Blazquez et les participants étrangers dans d'autres séances de la Tribune de l'Eau, venus d'Argentine, des États-Unis, de la Belgique ou du Yémen.

La méthodologie initialement prévue (quatre/cinq heures de débat le matin sans préparation du texte, au cours d'une séance plus analytique

et deux heures l'après-midi au cours d'une séance tournée davantage vers l'élaboration de propositions d'action pour les sujets prioritaires apparus au cours la séance matinale et dans l'élaboration des propositions), a été légèrement altérée suite aux changements de calendrier et au protocole, le débat de la séance de la matinée a duré 1 heure à peine, ce qui a évidemment réduit les possibilités de s'exprimer de l'ensemble des participants ainsi que le potentiel créatif de l'atelier. D'autre part, étant donné la participation des visiteurs étrangers à la Tribune de l'Eau, il a fallu dans certains cas, assurer la traduction ce qui a encore soustrait davantage de temps aux travaux de l'Atelier.

Tous les contenus ont été enregistrés constituant ainsi un document qui peut intéresser les chercheurs qui travaillent le domaine hydrologique.

La synthèse, les conclusions et les propositions ont été élaborées d'après les notes prises au cours de la séance et les apports envoyés par la suite par certains participants car nous avons invité plus particulièrement ceux qui avaient moins eu l'occasion d'intervenir, à communiquer par écrit les idées et opinions qu'ils n'avaient pas pu transmettre verbalement au cours de la séance ou qui n'avaient pas été suffisamment cernées : M. Emilio Rico, M. Ignacio Rodriguez Amor, M. Javier Enériz, M. Josep Espluga, M. Cipriano Marin, M. José María Perea, Mme Georgina Cortés, Mme Mercedes Martinez et Mme Regina Lafuente.

Cependant, comme dans le cas des contributions réalisées au cours de la séance, ce document étant le résultat d'une action de 'création collective', les auteurs ne sont pas cités.

SYNTHÈSE DES CONTRIBUTIONS

Le rapport distingue clairement la séance d'introduction marquée par les actes protocolaires et la séance de travail proprement dite. Nous avons également essayé de distinguer les contributions d'analyses des contributions de propositions.

Section introductrice / protocolaire

En quelque sorte, les termes du débat ont été établis par les interventions initiales à caractère protocolaire effectuées sous forme de mini-exposé.

Ainsi donc, le professeur Tamames, avec la revendication de Lorenzo Pardo et son ouvrage (et plus particulièrement les idées les plus connues de l'ingénieur à propos de l'unité de bassin comme instrument de gestion ainsi que sur la décompensation hydrographique espagnole), a soulevé le thème de l'interconnexion du système hydraulique espagnol et de la convenance (implicite dans le discours de Tamames) de ne pas sataniser des termes comme celui de "transfert des eaux". Si à cela s'ajoute la revendication (d'une certaine façon réinterprétation) de la théorie de Garrett Hardin sur la tragédie des communs, dont nous pourrions déduire (à nouveau implicitement), qu'il faut que l'eau en tant que l'un des biens communs en péril suite à l'abus individuel/mercantile, doit être définitivement contrôlé par l'État, comme expression (pourrions-nous comprendre) des intérêts du bien commun, c'est à dire de l'ensemble de la population sans distinction à laquelle appartiennent "les biens communs".

Mais ce fut plus particulièrement l'intervention de l'ex-président d'Aragon, M.Santiago Marraco qui marquerait l'agenda et qui d'une certaine façon poserait déjà sur la table les propositions d'action puisqu'il présenta un diagnostic (il attribua la responsabilité de la situation actuelle, qu'il qualifie de véritable 'bargarre' plutôt que de conflit, presque exclusivement aux hommes politiques en poste et à leurs intérêts électoraux) ainsi qu'une proposition concrète qui s'est tra-

cée tout au long de la séance et a été acceptée à l'unanimité : conclure un accord hydraulique et que le Sénat, en qualité de Chambre Territoriale, intervienne dans cette affaire. Les interventions qui se sont succédées au cours de cette première partie ont également signalé les hommes politiques comme étant responsables du conflit généralisé concernant l'eau et ont abordé directement des propositions d'action.

Séance de Travail

Par conséquent; la séance de travail a commencé en abordant directement les propositions présentées au cours de la séance d'introduction. Cependant, j'ai essayé de structurer le rapport en deux parties clairement différenciées : la partie de l'analyse et la partie de la proposition, ce qui coupe l'ordre temporel des exposés mais permet, en revanche, une meilleure lisibilité des contributions.

Le diagnostic

Dans certaines interventions, il est indiqué et rappelé dans l'une des notes post qu'il faut prendre les choses plus calmement car l'eau est presque synonyme de conflits et il ne faut donc pas s'attendre à ce qu'ils disparaissent mais plutôt à ce qu'ils deviennent un casus belli, au moins au sein de notre civilisation. En Espagne, les querelles (et bien sûr les arrangements sinon nous n'aurions pas pu évoluer) à propos de l'eau existent depuis plus de deux mille ans, selon les premières mentions écrites à ce sujet : les romains dès leur implantation dans le campement qui serait plus tard la Caesar Augusta ont dû intervenir en qualité de médiateurs entre les tribus confrontées pour les eaux du Huerva, en amont de cette Saragosse qui des siècles plus tard enverrait ses troupes détruire les bourdigues du Jalón. Alors, il ne faut donc pas oublier la propre étymologie du mot rival issu du mot rivus qui lui provient des mots espagnols 'rio' (rivière, fleuve) et 'ribera' (rive) issus du mot latin 'rivaes' (au pluriel car c'est un mot collectif comme ceux qui aujourd'hui se battent autour

de l'eau) sous lequel étaient désignés ceux qui avaient droit à l'eau d'un même ruisseau.

Sur une telle base, on ne peut attendre grand-chose si ce n'est d'apprendre de la propre expérience collective à bien gérer cet inévitable affrontement "naturel". Cependant, il est également signalé, que nous avons réalisé ces dernières années un important saut qualitatif. Normalement dans les sociétés civilisées, les conflits d'intérêts implicites font l'objet de débats publics or, en Espagne, nous assistons ces dernières années à une authentique bagarre plutôt qu'à un débat. Une bagarre généralisée entre territoires, qu'ils soient politiques (communautés, provinces, cantons, vi-gueries, municipalités) ou écologiques (montagnes réceptrices, vallées consommatrices); entre groupes sociaux (ruraux, urbains, agriculteurs, écologistes¹⁶. Faudra-t-il bientôt faire à nouveau appel aux romains pour qu'ils interviennent en qualité de médiateurs entre les tribus locales rivales ? D'une certaine manière cette idée de médiation supérieure mise en évidence par nos premiers conflits historiquement documentés, va apparaître en maintes occasions tout au long de l'atelier, dans l'expression de la nécessité d'une autorité supérieure capable d'intervenir en qualité de médiateur, d'influencer, et de déterminer le cours des conflits.

Naturellement, si l'on tient compte de la façon dont terminaient dans le passé certains conflits relatifs à l'eau ou comment ils terminaient dans d'autres sociétés, il faudrait partager le diagnostic plus minoritaire (bien qu'inexistant) entre les personnes présentes: en fait, il semblerait que la force des conflits s'affaiblit, que nous nous trouvons dans une meilleure situation pour pouvoir les aborder et que, par ailleurs, les conflits sont des opportunités (d'autres participants ont également partagé cet avis) pour le changement et l'innovation.

Quoi qu'il en soit, le conflit hydraulique est multidimensionnel.

- Il touche le domaine politique dans la mesure où ce conflit est devenu une arme stratégique pour la captation de votes, mais également dans la mesure où certains analystes pensent qu'il est issu d'une absence de participation tandis que d'autres pensent qu'il se doit à un excès de participation. De plus, certaines interventions signalent des décisions politiques concrètes comme étant les déclencheurs ultimes du conflit : la Loi des Eaux, proposée durant l'étape du gouvernement du Parti Populaire est signalée explicitement et qui d'une part privatise de facto les eaux espagnoles (avec les concessions de 75 ans) et d'autre part, ouvre sans aucune réserve, le robinet des transferts des eaux.

- Ce conflit présente donc une dimension technique importante dans un sens imprévisible car il a déjà diminué la crédibilité des propositions techniques dans la mesure surtout où les techniciens sont devenus, dans de très nombreux cas, les complices des hommes politiques et des prédicateurs qui font de l'eau leur bannière. Et à ce propos, une timide mais véritable autocritique est présentée par ceux qui, au cours du processus de construction d'une pensée écologique, décentralisée, participative, locale, etc, avons éventuellement pu contribuer justement, tout au long des trois dernières décennies, à fournir des arguments ('armes' pour les 'guerres') à ceux qui ont construit des identités trompeuses autour de l'eau. Comme il en a été ces derniers temps dans d'autres secteurs politiques (qui paient les impôts, les territoires ou les personnes?), il est mis en évidence qu'il faut identifier les acteurs qui ont réellement des intérêts dans ce conflit qui dans certains territoires se présentent presque en termes ethniques (ce qui obligatoirement conduit à l'articulation de sentiments, c'est à dire à la victoire des croyances et à l'irrationalité).

Mais ici il convient de préciser que ce qui a été exposé (comme il en est en Espagne à chaque fois qu'il faut se prononcer sur des sujets liés aux

¹⁶ Les conflits pour les ressources sont toujours de même nature comme dans cas, qui a été analysé, des conflits pour le sol.

territoires) au cours de la séance est souvent confus voire contradictoire. Comme indiqué précédemment, pour certains la décentralisation est la racine du problème (cet acte étant la conséquence même des revendications de certains Statuts)¹⁷, tandis que pour d'autres la décentralisation, voire davantage de décentralisation, est la base de la solution aux conflits existants. L'auditeur se demande alors si tout le monde parle de la même chose quand on utilise le mot décentralisation¹⁸.

La plupart de ceux qui ont établi des conclusions soit au cours de la séance soit dans les notes post, semblent être du même avis. Il a été observé une certaine unanimité dans le diagnostic.

Tout d'abord, unanimité sur le fait qu'aujourd'hui le problème de l'eau n'est pas technique mais qu'il s'agit d'un conflit à traiter à l'aide des techniques de résolution des conflits. Sur un autre principe qui évidemment est accepté de tous: l'eau est une ressource clé, ce qui de l'avis de certains, explique la persistance d'un certain risque technocratique.

Mais ensuite les doutes surgissent, les désaccords. L'unanimité n'est en partie qu'apparente. Par exemple, l'eau est la clé, mais pour quoi faire? Comment s'établissent les usages prioritaires sur la consommation humaine¹⁹? Et que faut-il entendre par consommation humaine? Par exemple, certaines interventions abordent ces sujets: En Espagne, le tourisme de masse semble être aujourd'hui une source de richesse indiscutable, mais sera-t-il

toujours plus important que l'agriculture? En fait, il s'agit d'un phénomène très récent (datant de moins d'un demi-siècle) dont il est impossible de prévoir le futur (ni celui de l'activité elle-même ni bien évidemment la position de l'Espagne parmi les premiers producteurs mondiaux. Survivra-t-elle comme puissance touristique? Par ailleurs, les traditionnellement sacro-saints besoins agricoles, le sont-ils encore alors qu'il y a de 'nouvelles' espèces végétales beaucoup plus efficaces hydriquement? Et surtout qui doit en payer les conséquences? Puisque nous savons aujourd'hui que les travaux du transfert Tajo/Segura par exemple ne seront jamais entièrement amortis par les utilisateurs. Finalement, nous pouvons dire que nous avons observé l'unanimité..., mais uniquement en apparence. En fait, il reste encore de nombreuses questions dichotomiques qui d'une certaine façon, attendent toujours une réponse:

- La situation actuelle était-elle meilleure (avec moins d'affrontement) ou pire (avec un affrontement dangereux)?
- Il n'est pas clair qu'il faille chercher à tout prix à résoudre les conflits.
 - Les conflits se trouvent-ils dans la base de l'innovation ou dans celle de la décadence sociale?
- S'agit-il d'un problème de manque de participation ou de manque d'autorité (nationale, supérieure)?
- Le sujet demande-t-il davantage de citoyenneté ou davantage de lois?
- Les partis politiques sont-ils les responsables

¹⁷ Il ne faut pas oublier que même si la plupart des conflits abordés au cours de la séance se rapportent à la ressource, les conflits hydrauliques, comme le soulignent très bien certaines notes post, ne se produisent pas uniquement pour la distribution de la ressource rare mais qu'il s'agit également de conflits de pouvoir. Vouloir un bassin est alors l'expression d'une volonté de pouvoir. Certaines notes post, invitent implicitement à lire certains projets de Statut en ce sens.

¹⁸ L'auditeur est en fait presque traumatisé quand il entend parfois l'énorme variété terminologique avec des termes souvent confus et toujours ambigus: ou l'abus de termes mal traduits dans leur signification ainsi que dans leur signification (gouvernance, autonomisation, etc).

¹⁹ L'ex-président Marraco a présenté un exemple paradigmatique dans son exposé initial: en 1973 on demandait le transfert de bassin de 1.400 hm³ sans lesquels Barcelone ne pourrait pas survivre. Le transfert n'a pas été réalisé et après la crise de cette décennie, l'AMB a poursuivi son accroissement et aucune crise hydrique ne s'est produite. En fait, dans la pétition de 1993, le volume avait baissé à 1.300 hm³, la demande n'a pas été satisfaite et il ne s'est rien passé non plus, l'AMB a continué de croître. En 2000, le volume de la nouvelle pétition a baissé à 1.100 hm³, la pétition n'a toujours pas été satisfaite et même avec la récente mini-crise il ne s'est rien passé de sérieux.

²⁰ Il est affirmé à plusieurs reprises qu'il s'est produit une manipulation et un affrontement mais il est également précisé que dans un contexte d'alliances, la politisation (entendue comme gestion par les acteurs politiques) peut permettre de concrétiser les accords en matière de législation.

ou représentent-ils plutôt la solution?²⁰

- Il y a-t-il des restes de technocratie ou bien sommes-nous en train de dévaloriser les techniciens?

Cependant, l'auditeur est certainement resté perplexe, et doublement perplexe car l'invitation à la réflexion ultérieure n'a même pas abouti à une contribution à ce sujet. Tout d'abord parce qu'il n'y a pas eu de débat sur le rôle que des mouvements sociaux déterminés et la Société Civile féchitisée, ont joué comme déclencheurs des conflits les plus récents. Et ensuite et extrêmement lié au fait cité précédemment, le rôle joué par les médias et plus particulièrement par certains d'entre eux, n'a également pas été débattu.

Les propositions d'action

Naturellement les propositions n'ont pas été présentées dans l'ordre où elles ont été exposées, elles l'ont été tout au long des séances entre les analyses et les débats. Nous avons essayé de les systématiser et de les présenter en termes de séquence d'action.

Il y a eu accord sur l'idée de base que le moment indiqué pour aborder ce sujet est le moment actuel car justement la tension dans la 'guerre' s'est légèrement atténuée en avançant un nouvel épisode (l'idée de se devancer, le premier point de tout manuel de base des techniques pour la résolution des conflits, est proposée à plusieurs reprises au cours de la séance).

1. VERS LE PACTE POUR L'EAU

Selon l'auditeur, il y a eu également accord en ce qui concerne le concept du : Pacte pour l'Eau qui contient toute la charge sémantique du pacte d'État, comme les pactes antiterroristes.

Le problème présenté par certains participants est que ce processus de pacte devrait commencer par

une première étape inévitable : "exiger" (mot prononcé textuellement mais sans préciser à qui) une trêve à toutes les parties qui font de l'eau une arme politique et qui selon d'autres participants est une chose impossible puisque cela implique la perte de votes.

2. DÉFINITION DES PARTIES

La seconde étape concerne la définition des intérêts en conflit, c'est à dire la détermination précise des parties. Or, comme indiqué précédemment, plusieurs participants ont souligné à plusieurs reprises, qu'en aucun cas, par "les parties" nous ne pouvions continuer d'entendre "les territoires", parce qu'il s'agit d'une mystification de la réalité : les territoires ne paient pas d'impôts, n'irriguent pas, ne jouent pas au golf, etc. Ce sont les personnes, les groupes d'intérêts et dans des termes d'abstraction maximale (répété à plusieurs reprises et indiqué avec insistance dans les notes post envoyées par certains participants) qui sont les modèles de développement²¹.

Et cette détermination des parties présente plusieurs implications :

- Les conflits impliquent plusieurs acteurs comme il en est depuis des décennies en ce qui concerne les conflits pour l'utilisation du sol.
- De ce fait, les alliances peuvent être à géométrie variable.
- Il faut obligatoirement tenir compte de deux types de demandes :

- Les demandes explicites: le 'partage' de l'eau entre dans cette demande.

- Les demandes implicites: à caractère identitaire (quelques interventions posent ces questions: mais faut-il vraiment respecter ces composants pré-rationnels, allons-nous également jouer avec l'eau aux droits historiques, aux droits des peuples, des ethnies, des clans ? Disons que tous les éléments délicats de cette considération sont abordés).

²¹ Cependant, personne ne semble se rendre compte que lorsqu'on parle d'affrontement entre les modèles de développement on se rapporte alors aux idéologies, légitimant par conséquent le retour à la querelle politique, et alors à quoi tout cela a servi?

Méthodologiquement, il est proposé pour définir plus facilement ces parties, un principe de recul, qui est présenté à plusieurs reprises, sous forme de considération et de traitement des bassins nationaux comme s'il s'agissait de bassins internationaux, ce qui veut dire qu'ils seraient assujettis aux mêmes principes de régulation que ceux-ci. Dans quelques notes, il est indiqué, sans trop de conviction, le risque d'exalter les nationalismes ou de confédéralisation que cela implique.

L'apparition du Sénat comme organisme permettrait peut être que ce qui est défini par certains comme "l'union par élévation" (sic) puisse résoudre le dilemme.

En fait, à partir d'un certain moment, le Sénat est omniprésent dans l'Atelier.

En ce sens, la Sociologie se présente comme un instrument essentiel pour cette phase, identifiant les cartes des acteurs et les éventuelles alliances entre eux afin de résoudre le conflit et de pouvoir souligner plus facilement les points communs et ceux faisant éventuellement l'objet de désaccords ainsi que les points qui permettront de travailler pour le rapprochement des positions, dans cette union par élévation²².

3. EN CONSTRUISANT UN LEADERSHIP DEPUIS LA TROISIÈME DIMENSION

Au cours de séances, il a été signalé à plusieurs reprises le besoin de construire un certain leadership moral capable d'établir des limites, des normes précises et acceptables pour tous. Au risque d'oublier qu'en fait ce sont les leaders qui ont été et qui sont la cause des guerres hydrauliques, on insiste sans cesse sur le rôle que doivent jouer les personnes.

Le schéma serait le suivant :

Le sénat en qualité de chambre territoriale encouragerait ce que les experts en matière de résolution des conflits définissent comme la Troisième Dimension: une plate-forme regroupant des personnalités capables de créer un discours, de susciter des croyances consensuelles en ce qui concerne certains principes de régulation, d'administration et de gestion hydraulique. Et à propos des personnalités, certains participants précisent qu'il ne s'agit pas de représentation (puisque cette mission est déjà assurée par le Sénat), sinon de représentativité. Ce qui veut dire que les personnalités proviennent de tous les secteurs, domaines, territoires, niveaux mais ne les représentent pas même si, bien sûr, ces personnalités sont supposées être représentatives de ces secteurs socioéconomiques et/ou culturels. Un participant confère une dénomination à la plate-forme : Réseau Espagnol de Réflexion Hydraulique (RERH).

Elle est également dénommée forum de négociation. Les expériences croissantes dans ce domaine sont présentées parmi lesquelles se trouvent les jurés de délibération. Après sa mise en oeuvre, le RERH ou forum établit une feuille de route et élabore un Décalogue de principes éthiques qui :

- N'entre pas dans les nœuds gordiens du conflit
- Permet un rapprochement de toutes les positions
- Favorise une "union par élévation" (sic)
- Définit ce qui unit et la part de raison de chacune des parties
- Fait la différence entre les fins et les moyens
- Est en mesure de promouvoir l'entente des deux principales forces politiques.

4. L'AUTORITÉ SUPÉRIEURE

Cependant, il faut insister sur ce point car les participants l'ont également fait à de nombreuses reprises au cours de la séance : il est revendiqué à plusieurs reprises l'autorité supérieure qui nor-

²² La Sociologie est également proposée comme élément articulateur d'expériences innovantes qui pourraient être appliquées dans des étapes du processus comme les Jurés Citoyens, évolution naturelle de la méthode de l'Enquête Délibérative.

malement devrait faire appliquer les principes provenant de la Troisième Dimension. Or, de la façon dont cette autorité supérieure est présentée (et cette présentation n'est pas contestée) c'est à dire indépendante des parties, certaines questions se posent. Eh bien alors, de qui dépend- elle ? Cela n'est pas précisé... même si une belle dénomination au parfum New Deal surgit : Autorité Nationale de l'Eau.

Les exemples présentés au cours de la séance ne contribuent pas beaucoup plus à éliminer l'indéfinition de la proposition : Réseau électrique et Consortium d'Assurances. On oublie alors qu'il s'agit de sociétés et d'organismes directement contrôlés par le Pouvoir Exécutif avec la présence des agents économiques concernés (producteurs, distributeurs, usagers).

Par contre, les justifications pragmatiques réalisées en faveur de cette autorité supérieure sont quant à elles bien précises. Parfois même, sans le savoir, les participants les présentent en prose : on signale par exemple l'importance que représente, dans le cadre de la Société Risque, le fait que les utilisateurs puissent consommer une ressource aussi stratégique que l'eau. Non pas pour sa rareté mais pour sa qualité. On estime que les Confédérations Hydrographiques ont réussi à offrir cette sécurité à l'utilisateur.

Il ne faut donc pas s'étonner que cette proposition ait été suivie de réponses visant à affirmer que nous disposons déjà de tout cela. Des participants précisent que nous avons déjà un Ministère régulateur et une Loi des Eaux (la loi de 1985), relativement raisonnable. Et si les Confédérations (déclarent d'autres participants) ont fourni une solution/un service pendant plus d'un demi-siècle, pourquoi les dévaluer à présent, pourquoi ne pas s'en servir ? Bien que d'autre part – l'auditeur, en écoutant d'autres commentaires prononcés pendant la séance, face à une nouvelle contradiction ou du moins ambiguïté –, se demande: n'était-ce pas là que se trouvaient certains des plus dangereux déchets de la technologie hydraulique?

5. NE PAS INVENTER LE FIL À COUPER LE BEURRE: APPLIQUER DES MODÈLES À SUCCÈS

Au cours de la séance quelques interventions ont suivi cette voie du "tout-cela-nous-l'avons-déjà", un participant s'est même exprimé ainsi : "Donc s'il y a une importante paix hydraulique, il suffit de l'étendre".

Dans certains cas, les réussites dans la résolution de conflits concrets sont présentées et il est précisé qu'il suffirait d'appliquer dans tous les cas, la méthode qui a fonctionné dans ces conflits concrets (un conflit entre maraîchers et constructeurs de retenues d'eau est-il le même que celui entre des écologistes et des promoteurs de terrains de golf ou qu'un conflit entre agriculteurs et le secteur de la réfrigération des centrales nucléaires?). Les techniques de résolution des conflits seront donc traitées plus en détail comme nous le verrons dans un paragraphe ci-après.

Or, on nous présente également comme modèle non pas les aptitudes particulières sinon les institutions datant de plusieurs siècles comme le Tribunal des Eaux. De solides arguments sont avancés pour faire de celui-ci un modèle à suivre ce qui est évalué positivement dans d'autres interventions. Évidemment, on omet qu'il s'agit de conflits dans lesquels les parties ont en général des codes culturels partagés et en général de mêmes objectifs : principalement l'irrigation. Alors les irrigateurs qui attendent le malheureux Canal de la Rive Droite de l'Èbre peuvent-ils par exemple avoir les mêmes codes culturels que les hôteliers levantins?

D'autres interrogations en ce sens ont été également présentées au cours de la séance.

Parfois, certains l'appelle: "apprendre des cultures qui fonctionnent", d'autres disent qu'il s'agit d'identifier des "communautés intelligentes" qui savent éviter les conflits. Des exemples sont présentés comme les Réseaux des Réserves Naturelles qui ont appris à surmonter les fractures que

l'établissement de critères très stricts de conservation peut produire ou bien celles qui se produisent entre les communautés.

Les îles, riches en ressources naturelles, de petits univers fermés (quoi qu'ouverts il ne faut pas oublier les transferts sous forme de subventions ce qui rend difficilement généralisable le modèle), sont également présentées comme modèle à suivre.

6. LES COMPTES

Curieusement et même s'il a été mis en évidence qu'une bonne partie des conflits de l'eau répondent à des intérêts essentiellement économiques, l'aspect économique apparaît peu au cours des séances. Il semblerait qu'étant sous couvert du rêve kantien de la paix universelle, l'assemblée n'était pas tentée par les matérialités mais il est cependant évident que l'idéalisme kantien repose sur un pragmatisme important.

C'est peut être la raison pour laquelle les aspects économiques se montrent dans ce sens pragmatique: il est proposé comme indiqué précédemment, de récompenser en termes économiques ceux (acteurs, collectivités, territoires) qui sont capables de résoudre les conflits.

Et dans un sens encore plus pragmatique : il est indiqué que bien souvent il suffit tout simplement de prendre les bonnes décisions en matière de compensations, quoi qu'il n'est pas précisé clairement quels doivent être les destinataires de ces compensations : qui en bénéficie, comment sont-elles argumentées depuis trois décennies, provoquant justement de graves conflits territoriaux? Qui en est inondé de temps en temps ? Ceux qui ont une quelconque perspective d'utilisation...? L'État...? Finalement, à qui appartient l'eau ?

Dans d'autres interventions et notes post le sujet est abordé plus crûment en termes de prix de la ressource : si chacun en paie la valeur, les problèmes finissent. Or, s'il est vrai que l'application de prix plus proches aux coûts a été d'une impor-

tance décisive pour la mise en œuvre de mesures d'économie, certaines interrogations se présentent : cela résoudra-t-il réellement les conflits ou mettra plutôt l'eau aux mains des puissants ? Le prix de l'eau sera-t-il la limite de certains projets alors que dans ces projets cet input n'est qu'une partie insignifiante?

7. APPLIQUER LES TECHNIQUES DE RÉOLUTION DES CONFLITS

Cependant il y a bien un sujet thématique qui a occupé une partie importante du temps des séances plus particulièrement en ce qui concerne les propositions, il s'agit des techniques de médiation et de résolution des conflits. Les concepts essentiels de la théorie ainsi que les propositions d'actions ont été présentés à plusieurs reprises. En unifiant toutes les propositions, il sera possible de regrouper théorie et praxis dans un ensemble de principes plus ou moins répétés et acceptés :

- Devancer les crises, en considérant qu'elles vont se produire
- Accepter le conflit, ce qui implique:
 - Vouloir le résoudre pacifiquement
 - Partager des principes pour favoriser le dialogue
 - Ce qui voudrait dire, comme indiqué à un moment donné, qu'il faudra commencer par définir ce que chacun entend par "état de paix hydraulique"
 - Voir le sujet comme une opportunité
 - L'utiliser comme outil pour l'innovation
- La gestion du conflit implique :
 - On insiste à plusieurs reprises sur la non-ingérence de la politique
 - ...sans préciser toutefois ce que cela veut dire: par le Sénat ou non?
 - Faire une gestion coopérative (dans laquelle toutes les parties participent ?) du conflit

- Ce qui demande la création de structures de participation

► Promouvoir la culture de la paix

- ...ce qui (attention) implique la lutte contre les inégalités .. car sinon – il est indiqué – la paix s'obtient aux dépens de quelqu'un

- L'Éducation pour la Citoyenneté est un instrument incomparable sur lequel nous pouvons heureusement compter pour diffuser cette culture de la paix auprès des citoyens qui dans le futur seront confrontés à de nouveaux conflits.

● Il faudrait donc introduire tous ces sujets pour que les jeunes apprennent non seulement de la partie éthique mais également à travers la compréhension des processus sociaux.

● Cet effort devraient se traduire par : la priorisation des investissements là où il y a des accords.

► ...ou au moins présenter comme exemple ceux qui les obtiennent.

Certains participants résument ce qui précède en un seul point, dans certaines notes post un peu plus longuement, qu'il serait possible de synthétiser avec les termes honnêteté et durabilité : d'après certaines propositions, il suffirait d'appliquer avec honnêteté la Directive-Cadre dans les bassins, ce qui logiquement ne peut être réalisé – le cercle se referme – que par cette Autorité Supérieure.

PROPOSITIONS RÉSOLUTIVES

Les sujets abordés pourraient être synthétisés dans les propositions d'action suivantes :

1. Transmettre au Sénat la demande que cet organe de représentation territoriale adressera aux partis politiques et aux gouvernements régionaux, un appel à une longue trêve hydraulique, jusqu'à la stabilisation des mécanismes d'équité, de justice et de durabilité requis pour aborder les conflits existants et potentiels.

2. Création d'un organe capable d'établir une réflexion exempte de préjugés et désintéressée quant aux fondements de l'utilisation et de la gestion de l'eau en Espagne et pouvant transmettre avec une autorité morale le résultat de sa réflexion. Un organe capable de donner la parole à toutes les parties intéressées pour connaître démocratiquement toutes les demandes existantes ou potentielles.

3. Convenir de faire de l'eau une affaire d'État et les partis avec représentation politique dans les institutions de l'État, à tous les niveaux, devront s'engager à ne pas utiliser l'eau comme un élément identitaire ou à des fins électorales.

4. Créer une Autorité Nationale de l'Eau qui (par mandat parlementaire et de même que les organes de gouvernement des juges ou du conseil de la RTVE?) établira les critères de gestion de la ressource.

5. La matière d'Éducation pour la Citoyenneté doit inclure des contenus relatifs à la gestion de l'eau, à la Directive Cadre et aux conflits hydrauliques.

Semaine Thématique 9

EAU ET ÉNERGIE

[L'eau pour l'énergie et l'énergie pour l'eau
Sources d'énergie non conventionnelles]

Document de Synthèse

Coordinatrice Générale:

Gonzalo Sáenz de Miera. Universidad Antonio Nebrija

Coordinateur adjoint:

María Mendiluce. Universidad de Comillas

Au fil de l'histoire, l'eau et l'énergie ont constitué un moteur de la croissance et du développement humain. Dans le futur, elles conserveront un rôle fondamental dans un contexte caractérisé, d'une part, par les pressions démographiques croissantes et, d'autre part, par les processus de changement climatique.

Jusqu'à présent, l'analyse des relations entre ces deux ressources de base a tendu à se centrer uniquement sur le prisme de la production hydraulique ; l'eau y étant considérée comme une précieuse matière première pour la production de l'électricité. Cependant, il est évident que la relation qui unit ces deux ressources s'étend bien au-delà de ce lien et qu'elle est beaucoup plus profonde:

- L'eau est vitale pour l'extraction, la transformation et l'utilisation de l'énergie; elle est utilisée comme facteur de production dans la production hydroélectrique et comme instrument de refroidissement dans tous les procédés thermiques de production. Son importance est telle que dans les économies avancées, le secteur de l'électricité est actuellement le principal utilisateur d'eau, après celui de l'agriculture.

- L'énergie est indispensable dans le système hydrique: pour les opérations de pompage, de transport et de distribution ; dans les processus de dessalement, de traitement et d'épuration ; ainsi que pour son utilisation finale, domestique, agricole et industrielle.

De plus, l'eau et l'énergie présentent une caractéristique commune : elles sont régies par des modèles non durables.

- Le modèle actuel du secteur de l'énergie repose sur les combustibles fossiles ainsi que sur la croissance constante de la demande. Il est également responsable de la transformation et de l'utilisation d'énergie des deux tiers des émissions de gaz à effet de serre.

- Le modèle de gestion de l'eau est basé sur une utilisation intensive de la ressource et une croissance exponentielle de la demande qui montrent actuellement des signes manifestes de non durabilité liés aux processus de dégradation des ressources et à la surexploitation des aquifères.

Actuellement, les processus de changement climatique ont encore accentué le problème en augmentant la nécessité d'introduire des critères de durabilité dans l'utilisation des ressources énergétiques et hydriques. Cette situation critique devra déboucher sur le développement de réponses intégrées mettant à profit les importantes synergies existant dans les « nouvelles cultures » de l'eau et de l'énergie.

Les défis actuels devraient conduire à l'élaboration et à la définition de scénarios de futur viables et durables dans le domaine de l'énergie et de l'eau afin de garantir l'accès universel à ces ressources – qui s'avère déterminant pour le progrès et le développement économique – sans entraîner de détérioration de problèmes d'environnement et de sécurité tels que ceux que nous connaissons aujourd'hui (de nos jours, 2 milliards de personnes n'ont pas accès à l'eau ni aux services modernes de l'énergie).

En ce qui concerne l'étude de la problématique conjointe eau/énergie, l'Espagne est un cas particulier. D'une part, parce que la consommation d'énergie s'y est développée de façon importante au cours de la dernière décennie, poussée par une croissance économique substantiellement supérieure à celle des pays de son entourage. Et d'autre part, parce qu'en Espagne, l'eau est un bien rare ; ce qui confère un sens accru aux politiques et habitudes de consommation responsable tout comme à celles de gestion efficace des ressources. À partir de ces postulats, il est nécessaire de réaliser un exercice de prospective sur l'énergie afin de déterminer quels seront les besoins en énergie au cours des prochaines décennies et la manière dont nous les couvrirons. De même, il faudra définir les consommations hydriques associées à cette production d'énergie. Cette analyse nous permettra de répondre aux inquiétudes quant à la sécurité de l'approvisionnement de ces ressources ainsi qu'à la viabilité environnementale de l'accroissement de leur demande.

La relation entre l'eau et l'énergie est tellement étroite et son impact d'une telle profondeur dans l'économie et le bien-être de nos sociétés, que celle-ci devrait constituer le centre d'une attention toute particulière des pouvoirs publics et faire l'objet d'une analyse approfondie et rigoureuse de la part de l'industrie, les institutions académiques et la société civile. Néanmoins, au jour d'aujourd'hui, il s'agit d'une question insuffisamment analysée et valorisée dans l'élaboration des politiques sectorielles.

Dans ce document nous analyserons ces questions en commençant par une étude de la relation qui unissait, et continue d'unir, l'eau et l'énergie au développement économique et nous accorderons une attention toute particulière au cas de l'Espagne. Dans un deuxième temps, nous procéderons à l'analyse de la non durabilité des modèles de l'eau et de l'énergie ainsi que de leurs conséquences sur la sécurité de l'approvisionnement et de l'environnement dans notre pays. Nous proposerons ensuite un ensemble de recommandations de politiques intégrales pour l'Espagne avant de terminer par une série de conclusions.

1. LA RELATION EAU/ÉNERGIE

1.1 L'eau et l'énergie comme moteur du développement économique

L'eau et l'énergie sont deux éléments essentiels du développement humain. Pour l'homme la vie n'est pas possible sans eau car il en dépend aussi bien pour sa survie que pour son bien-être physique, économique, social et culturel. L'accès à l'énergie favorise le développement économique et améliore les conditions de vie en rendant possible la prestation de services sanitaires et éducatifs ainsi que les technologies de l'information et de la communication.

L'énergie permet d'obtenir de l'eau en qualité et quantité nécessaires aussi bien pour la consommation humaine que pour l'activité de production. Pour sa part, l'eau est un élément important des procédés de production d'énergie.

Au cours des siècles derniers, la disponibilité en eau et en énergie a constitué le moteur de la croissance économique des économies occidentales. Les infrastructures réalisées dans ces pays depuis la deuxième révolution industrielle ont permis un accès sûr à une eau et une énergie de qualité, essentiellement à l'énergie électrique ; ce qui a contribué à une croissance économique sans précédent.

Le manque d'accès à ces ressources dans des pays moins avancés a inévitablement conduit ces derniers à des situations d'extrême pauvreté : au jour d'aujourd'hui, plus de 1 milliard de personnes ne disposent pas d'accès à l'eau potable et près de 2 milliards la consomment sans qu'elle n'ait été soumise à un assainissement adapté.

- L'Organisation Mondiale de la Santé estime qu'un tiers des décès dans le monde est dû à l'ingestion d'eau contaminée et que la moitié de la population de la planète est exposée à des maladies dérivées de l'utilisation d'eau non adaptée à la consommation. On calcule que la diarrhée tue plus de 3 millions d'enfants chaque année.

- 2,4 milliards de personnes, soit un tiers de l'humanité, ne disposent pas d'accès aux formes avancées d'énergie : électricité ou combustibles liquides ou gazeux. Pour subvenir aux nécessités

tés primaires telles que la lumière ou la chaleur, elles ont encore recours à la combustion de bois, de résidus et d'excréments d'animaux ; ce qui est une caractéristique des sociétés préindustrielles.

- **Le manque d'accès à ces formes avancées d'énergie**, en particulier à l'électricité, fait obstacle à la mise à profit de technologies clés dans la prestation de services essentiels à la vie comme l'eau potable, l'éclairage ou la santé publique, voire des facteurs déterminants pour le développement tels que l'éducation, les télécommunications ou les services informatiques.

- En outre, selon des données fournies par la Banque Mondiale, dans ces pays en voie de développement, cinq millions de personnes meurent chaque année des conséquences de l'inhalation de fumée de combustion de biomasse dans leur foyer.

L'accès à l'eau propre, à l'assainissement et à des formes avancées d'énergie et de services d'énergie (qui à leur tour améliorent l'accès à l'eau en permettant le pompage, le transport, l'épuration, le dessalement, etc.) entraîne un impact positif transversal sur tous les Objectifs de Développement du Millénaire; ceux-ci réduisent l'extrême pauvreté, facilitent l'accès à l'éducation et à l'égalité entre les sexes, font baisser la mortalité infantile et maternelle, améliorent les conditions sanitaires et, d'une manière générale, contribuent au développement économique et social.

Les caractéristiques géographiques et climatiques des pays et régions définissent dans une grande mesure leurs limites naturelles, en termes de ressources naturelles disponibles pour leur développement ; ce qui engendre de grandes différences entre les régions. Le cas de l'arc méditerranéen est d'une importance toute particulière pour notre pays. Le détroit de Gibraltar est, avec la frontière entre les États-Unis et le Mexique, la séparation la plus marquée deux réalités très distinctes ; et cela aussi bien du point de vue socioculturel que du développement économique.

Bien qu'il soit vrai que dans les pays du nord de l'Afrique²³ le niveau de bien-être économique s'est élevé, le différentiel avec les pays méditerranéens de l'UE²⁴ n'a pas diminué mais, au

contraire, augmenté. L'eau et l'énergie sont deux facteurs de limitation pour les pays du nord de l'Afrique. L'eau plus particulièrement, étant donné que la Libye, l'Algérie et, dans une certaine mesure, l'Égypte disposent d'importantes réserves de combustibles fossiles (Willstedt, 2008).

Le futur développement des pays de cette région dépendra en grande partie de leur capacité à relever le défi de la satisfaction des besoins en eau et en électricité d'une population de plus en plus urbaine et dont le nombre pourrait augmenter d'environ 40 millions en 20 ans. Par ailleurs, les possibles changements climatiques qui auront lieu au cours du XXI^{ème} siècle pourraient encore détériorer la situation déjà critique des ressources hydriques de la région (Willstedt, 2008).

En définitive, la disponibilité en eau et en énergie sont, et seront plus encore dans le futur, les facteurs de limitation de la croissance économique et du développement humain dans le monde entier; et cela plus spécialement encore dans les zones particulièrement vulnérables aux impacts du changement climatique.

1.2. Besoins en ressources hydriques dans le secteur de l'énergie

Pour l'utilisation de l'eau dans le domaine de l'énergie, on peut distinguer deux types de demande: la **demande d'utilisation**, qui consiste en la simple circulation d'eau avant une réincorporation dans le lit environnant, et la **demande de consommation**, dans les cas où elle cesse d'être disponible dans son état originel parce qu'elle s'est évaporée, qu'elle a été polluée ou encore parce qu'elle a été incorporée à d'autres produits.

La réalisation de chacune des phases du cycle de production d'énergie requiert de l'eau : extraction et production, production d'électricité, raffinage et traitement, transport et stockage. Ces procédés peuvent exercer une influence sur la quantité d'eau disponible pour d'autres usages mais ils peuvent également affecter sensiblement la qualité de la ressource. Le tableau ci-dessous contient le résumé des effets de la production et

²³ Maroc, Algérie, Tunisie, Libye et Égypte

²⁴ Espagne, France, Italie et Grèce

Table 1. *Eau employée pour la production d'énergie*

Phase du cycle de l'énergie	Quantité d'eau	Qualité de l'eau
Extraction et production		
Exploration de gaz et de pétrole	Eau destinée à forer, fracturer et compléter	Impact sur la qualité de l'eau souterraine
Extraction de gaz et de pétrole	Grands volumes d'eau produite, polluée	L'eau produite peut polluer les eaux souterraines et de surface
Exploitation minière du charbon et de l'uranium	L'exploitation minière peut produire de grandes quantités d'eau polluée	Les résidus et drainages peuvent polluer les eaux souterraines et de surface
Production d'électricité		
Thermoélectrique (fossile, nucléaire, biomasse, solaire, géothermique)	Eau de refroidissement et de nettoyage	Pollution des eaux par voie atmosphérique et thermique
Hydroélectrique	Pertes par évaporation	Impacts sur la température, la qualité et l'écologie de l'eau
Photovoltaïque et éolienne	Petits impacts au cours de la construction	
Raffinage et traitement		
Raffinage de pétrole et de gaz	Eau pour le raffinage	Possibles problèmes de pollution
Biocarburants	Eau pour la culture et le raffinage	Eaux résiduaires au cours du raffinage et de la culture
Hydrogène et combustibles synthétiques	Eau pour la synthèse ou le réformat	Eaux résiduaires
Transport et stockage		
Gazoducs et oléoducs	Eau pour les tests hydrostatiques	Eaux résiduaires
Résidus de charbon	Agua para el transporte	Eaux résiduaires
Transport en bateau		Accidents
Stockages souterrains de gaz et de pétrole	Eau pour la préparation du stockage	Boues

de l'utilisation de l'énergie sur l'eau annoncés par le Département de l'Énergie des États-Unis (US DOE, 2006):

L'eau est utilisée, en grandes quantités, pour l'extraction du pétrole ainsi que dans les secteurs de l'exploitation minière du charbon et de l'uranium. Le raffinage du pétrole est l'une des activités industrielles les plus intensives en ce qui concerne l'utilisation d'eau. L'eau est consommée sous forme de vapeur à haute pression (chauffé par gaz naturel), nécessaire pour séparer le pétrole lourd du sable, plus particulièrement dans le cas des sables goudronneux. Pour cette

utilisation, on considère que toute l'eau employée est consommée, généralement en raison du niveau de pollution atteint, et cela rend impossible sa restitution au lit ou à l'environnement d'origine. Le transport et le stockage de gaz et de pétrole requièrent l'utilisation d'eau pour la réalisation des tests hydrostatiques. De l'eau est également nécessaire au cours de la préparation des stockages souterrains de gaz et de pétrole.

En ce qui concerne la production d'électricité, on utilise de l'eau dans des centrales thermiques pour la mise en mouvement du système turbine/alternateur. Toutes les centrales thermiques

Table 2. Consommation d'eau spécifique pour l'extraction et le raffinage de combustibles fossiles (milliers de m³ par Mtep)

	Minimum	Maximum
Exploitation minière de l'uranium	1 667	1 667
Exploitation minière du charbon	6 042	8 333
Extraction de pétrole	125	29 167
Raffinage de pétrole	1 042	5 000
Extraction de sables goudronneux	7 500	7 500
Traitement du gaz	250	250

Source: Gleick (1994)

fonctionnent suivant le même principe qui, en général, ne change que suivant le combustible primaire utilisé pour la production de vapeur à partir de l'eau (uranium, charbon, gaz, biomasse, rayonnement solaire). De plus, l'eau est également utilisée pour le refroidissement de ces centrales, aussi bien en cycles ouverts que fermés.

chute entre deux niveaux du lit, elle passe par une ou plusieurs turbines transmettant l'énergie à un alternateur qui la transforme en énergie électrique. Cette utilisation est considérée **non consommatrice** car l'eau est généralement maintenue dans son lit originel et sa température ne subit pas d'altérations significatives.

Dans le cas de l'énergie hydraulique, l'eau est utilisée comme matière première. Au cours de sa

La souplesse de fonctionnement des centrales hydroélectriques est très précieuse car elle permet de

Table 3. Utilisation et consommation spécifique d'eau pour la production d'électricité (m³ par GWh)

	Utilisation		Consommation	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Thermique cycle ouvert	75 700	190 000	1 100	1 100
Thermique cycle fermé	1 100	2 300	1 100	1 800
Nucléaire cycle ouvert	94 600	227 100	1 500	1 500
Nucléaire cycle fermé	1 900	4 100	1 500	2 700
Cycle combiné cycle ouvert	28 400	75 700	380	380
Cycle combiné cycle fermé	870	870	680	680
Géothermique	7 400	7 400	5 180	5 180
Solaire thermique	2 775	3 404	2 775	3 404
Hydraulique			5 400	26 000

Source: EPRI (2002)

concilier de façon presque instantanée la production et la demande d'électricité. De plus, les centrales équipées d'un barrage de régulation, dans lequel il est possible de stocker de l'eau, peuvent produire durant les moments de « pic » de demande et garantissent la **stabilité de fonctionnement du système**. La complémentarité, ou les effets synergiques, du binôme électricité-eau est immense et a élevé au maximum la mise en fonctionnement de centrales réversibles qui permettent un fonctionnement alternatif : soit comme turbine, soit comme pompe, entre deux barrages de régulation (Yagüe, 2008).

En ce qui concerne les **biocarburants**, la **consommation** d'eau a généralement lieu lors de la **phase de culture**, et elle varie beaucoup en fonction de la matière première utilisée. La consommation lors du raffinage étant quant à elle similaire à celle du pétrole. Le fait que la culture en question remplace ou non d'autres cultures antérieures est un autre aspect à prendre en considération. Si tel est le cas, la demande en eau pour les biocarburants devrait être calculée comme la différence entre la situation précédente et la situation actuelle. Ainsi, le remplacement de cultures vivrières par des cultures destinées à la production de biocarburants pourrait entraîner la réduction de la demande en eau (Linares 2008).

Il existe d'autres alternatives en matière d'énergie. Celles-ci sont encore à un niveau de développement naissant et pourraient affecter le bilan hydrique du secteur de l'énergie. C'est, par exemple, le cas de la production d'hydrogène par électrolyse.

1.3. Besoins en énergie du cycle intégral de l'eau

Le rôle de l'énergie dans l'approvisionnement en eau est tellement déterminant qu'il serait impossible d'offrir un service de qualité aux citoyens sans disposer d'énergie. Le cycle d'approvisionnement et d'utilisation de l'eau commence par son extraction d'une source, celle-ci pouvant être un aquifère souterrain, des eaux de surface, de dessalement ou encore la réutilisation d'eaux soumises à des procédés de purification. Une fois que l'eau a été obtenue, elle est acheminée jusqu'au point de traitement à travers un système complexe d'infrastructures de transport très hétérogène en fonction des caractéris-

tiques du terrain. On applique alors les produits chimiques et procédés nécessaires à son utilisation finale, qui peut être agricole, industrielle ou urbaine. L'utilisation de l'eau implique dans une plus ou moins grande mesure un certain niveau de détérioration de sa qualité et entraîne la production d'eaux résiduaires qui sont de plus en plus souvent soumises à un traitement ultérieur avant d'être libérées dans les lits.

Une étude de référence, réalisée en 2005 par la Commission de l'Énergie de Californie, a déterminé que le rapport eau/énergie représente 19% de la consommation électrique de cet État et 30% de la consommation de gaz liée à l'utilisation de l'eau.

Dans le cas de l'Espagne, la répartition des compétences ne permet pas de procéder à la gestion intégrale de la consommation d'énergie du cycle complet de l'eau. En ce qui concerne les eaux de surface, qui satisfont environ 76% des utilisations de l'eau, les services de captage, de retenue et de transport dans les réseaux principaux d'eaux de surface sont assurés par les Confédérations hydrographiques, dans les bassins intercommunautaires, et par les Communautés Autonomes, dans les bassins intracommunautaires (Yagüe, 2008).

Outre ces ressources naturelles, les **ressources non conventionnelles ont gagné en importance au cours des dernières décennies**; c'est par exemple le cas des eaux régénérées et dessalées.

Pour effectuer une première évaluation de la consommation d'énergie associée au cycle de l'eau en Espagne, il faut partir de la demande en eau. Selon les estimations des plans de bassin en vigueur celle-ci est de 35 000 hm³/an, dont 68% correspondent à l'irrigation et 18% à l'approvisionnement de localités et d'industries, les 14% restants étant destinés au refroidissement de centrales de production d'énergie (MIMAM, 2000).

Si l'on considère des consommations d'énergie unitaires de 3 kWh/m³ pour le cycle intégral de l'eau et de 0,2 kWh/m³ pour l'irrigation comme il est indiqué dans le tableau 3, la demande en énergie électrique nécessaire pour la manipulation de l'eau en Espagne est celle qui apparaît dans

le tableau ci-dessous (Cobacho, 2008). Ainsi, la consommation moyenne d'énergie associée au cycle de l'eau en Espagne a atteint 24 000 GWh; un chiffre équivalent à un peu plus de 10% de la consommation totale du pays selon les données de 2005, qui étaient d'environ 223 000 GWh.

L'augmentation du poids du dessalement dû au manque d'eau dans notre pays exerce une influence importante sur le montant de la facture de l'énergie. L'énergie minimum requise pour dessaler,

en tenant compte des prétraitements nécessaires et des rendements dans les pompes et les membranes, se situe aux alentours de 3,5 kWh/m³ (Zorrilla, 2008) ; ce qui double la consommation d'énergie par m³ lorsque l'eau provient de cette source.

En conclusion, la dépendance énergétique du secteur de l'eau est un aspect dont l'importance augmente, non seulement en raison

Tabla 4. Estimation de la demande d'énergie électrique liée à l'utilisation de l'eau en Espagne

Utilisation	Demande d'eau	Consommation unitaire moyenne	Énergie nécessaire
Urbaine et industrielle	6 300 hm ³ /an	3,0 kWh/m ³	18 900 GWh
Irrigation	23 800 hm ³ /an	0,2 kWh/m ³	4 760 GWh

Tabla 5. Consommation d'énergie pour l'irrigation, l'agriculture et la pêche par Communauté Autonome – Espagne – (MAPA, 2002)

Communauté Autonome	Irrigation		Agriculture et Pêche				
	Pompages		Tâches	Total	Consommation	Consommation	Consommation
	Électriques	Gasoil	Gasoil	Gasoil	Énergie	Gasoil	Énergie
	MWh	T	t	T	Ktep	t	Ktep
Andalousie	530 863	48 047	108 505	156 552	270	467 191	581
Aragon	103 254	7 058	55 568	62 626	85	177 389	199
Asturies	0	104	377	481	0	52 492	52
Baléares	21 961	1 901	2 360	4 281	9	36 800	41
Canaries	139 294	9 419	4 061	13 480	43	49 210	79
Cantabrie	39	99	356	455	0	36 842	37
C. la Manche	595 817	22 044	49 047	71 091	198	301 970	429
C. Léon	190 330	27 627	67 866	95 493	136	436 927	476
Catalogne	46 221	14 334	36 663	50 998	61	286 221	296
Estrémadure	58 686	13 813	29 309	43 122	56	95 567	108
Galice	525	3 260	11 793	15 054	15	413 306	413
Madrid	10 111	1 710	3 804	5 514	8	81 953	84
Murcie	543 652	15 226	27 238	42 484	159	85 507	202
Navarre	26 281	1 450	11 416	12 866	18	44 053	50
Pays Basque	2 953	519	1 878	2 398	3	137 211	138
Rioja	7 353	864	6 803	7 667	9	32 557	34
C. de Valence	589 868	14 903	48 556	63 459	190	214 691	341
TOTAL	2 867 228	182 399	465 601	648 000	1 261	2 949 884	3 563

de l'accroissement de la consommation d'énergie mais également à cause de la hausse des coûts qui affecteront de plus en plus les usagers à mesure que nous avancerons dans l'implantation du principe de base de récupération des coûts de la Directive Cadre sur l'Eau (Yagüe, 2008).

2. ANALYSE PROSPECTIVE SUR LA RELATION EAU/ÉNERGIE

2.1. L'eau comme potentiel élément de limitation dans la prospective sur l'énergie.

Les demandes en eau pour le secteur de l'énergie dans les grandes régions du monde ne sont pas actuellement très significatives au regard de l'apport total, exception faite du Moyen Orient où la hausse de la demande en énergie prévue pour 2030 dans le scénario de référence peut compromettre la satisfaction d'autres demandes, essentiellement en raison de la faiblesse de l'apport d'eau annuel. (Linares, 2008).

Néanmoins, il convient de signaler que bien que dans certains cas les apports en eau peuvent se révéler significatifs, le facteur réellement important est la consommation d'eau, étant donné que l'eau utilisée peut l'être à nouveau alors que ce n'est pas le cas avec l'eau consommée qui, de plus, entre en concurrence avec les demandes en eau destinée à la production d'énergie (Linares, 2008).

Ainsi, on constate que la demande en eau pour l'énergie augmente. Dans de nombreuses régions, elle participera à hauteur de 10 à 20% de la consommation totale ; ce qui peut commencer à poser des problèmes de concurrence avec d'autres approvisionnements – en particulier l'irrigation et par conséquent la fourniture d'aliments –. Comme précédemment, on peut observer que les cas du Moyen Orient et de l'Amérique Latine deviennent préoccupants. Dans ces régions, il sera donc particulièrement important d'utiliser des technologies de l'énergie permettant de se situer plus près des valeurs minimales établies. Au niveau mondial, le pourcentage de participation ne s'élève pas beaucoup, et il pourrait d'ailleurs être considérablement amorti dans le cas du scénario alternatif (Linares, 2008).

L'analyse de la part de la demande en eau destinée à l'énergie par rapport aux autres utilisations industrielles, afin de quantifier la possible concurrence que la production d'énergie pourrait exercer face à d'autres utilisations industrielles, permet d'observer l'apparition de cas significatifs venant s'ajouter à ceux du Moyen Orient et de l'Amérique Latine. Cependant, il convient de manier ces conclusions avec précaution étant donné que l'augmentation de la participation de l'énergie par rapport au reste de la demande industrielle peut être due à des causes différentes, telles que l'augmentation de la production d'énergie elle-même ou l'actuelle demande en eau pour l'industrie. (Linares, 2008).

Tabla 6. Demande en eau pour la production d'énergie par rapport à l'approvisionnement total

	2005	2030 Référence	2030 Alternatif
OCDE – Amérique du Nord	0% - 1%	0% - 1%	0% - 0%
OCDE – Europe	0% - 1%	0% - 1%	0% - 1%
OCDE – Pacifique	0% - 1%	0% - 1%	0% - 1%
Chine	0% - 1%	1% - 2%	0% - 2%
Inde	0% - 0%	0% - 1%	0% - 1%
Reste de l'Asie	0% - 0%	0% - 0%	0% - 0%
Moyen Orient	1% - 15%	1% - 27%	0% - 1%
Amérique Latine	0% - 0%	0% - 0%	0% - 0%
Économies en transition	0% - 1%	0% - 1%	0% - 0%
Afrique	0% - 0%	0% - 1%	0% - 0%
TOTAL	0% - 0%	0% - 1%	0% - 1%

Source: (Linares, 2008)

Tabla 7. Demande en eau pour la production d'énergie par rapport à la consommation totale

	2005	2030 Référence	2030 Alternatif
OCDE – Amérique de Nord	2% - 9%	3% - 9%	2% - 5%
OCDE – Europe	3% - 11%	3% - 11%	2% - 9%
OCDE – Pacifique	3% - 7%	4% - 9%	2% - 6%
Chine	2% - 5%	5% - 12%	2% - 8%
Inde	0% - 1%	1% - 2%	1% - 2%
Reste de l'Asie	0% - 2%	1% - 3%	0% - 2%
Moyen Orient	1% - 26%	2% - 47%	1% - 1%
Amérique Latine	2% - 16%	4% - 26%	3% - 15%
Économies en transition	2% - 11%	2% - 15%	1% - 5%
Afrique	1% - 10%	2% - 14%	1% - 4%
TOTAL	1% - 7%	3% - 11%	2% - 9%

Source: (Linares, 2008)

Tabla 8. Demande en eau pour la production d'énergie par rapport à la consommation totale dans l'industrie

	2005	2030	2030 Alternative
OCDE – Amérique du Nord	5% - 20%	7% - 22%	4% - 11%
OCDE – Europe	6% - 22%	6% - 22%	5% - 17%
OCDE – Pacifique	17% - 41%	24% - 54%	15% - 38%
Chine	8% - 21%	20% - 45%	9% - 31%
Inde	7% - 18%	19% - 44%	11% - 36%
Reste de l'Asie	8% - 33%	17% - 57%	9% - 33%
Moyen Orient	44% - 932%	84% - 1.693%	22% - 53%
Amérique Latine	19% - 126%	34% - 213%	27% - 125%
Économies en transition	6% - 37%	8% - 51%	4% - 16%
Afrique	26% - 223%	45% - 336%	25% - 95%
TOTAL	7% - 36%	13% - 54%	11% - 48%

Source: (Linares, 2008)

En Chine, dans les économies en transition et celle de l'OCDE-Pacifique, l'industrie demande déjà d'importantes quantités d'eau et il semble donc que de sérieux problèmes de concurrence pour l'eau pourraient émerger. Cela est particulièrement important dans le cas de la Chine dont on attend un très fort développement industriel dans le futur. Dans d'autres cas, comme l'Inde, le reste de l'Asie et plus particulièrement l'Afrique, cette situation est principalement due à la faiblesse de la participation actuelle de l'industrie dans la consommation d'eau (Linares, 2008).

2.2. L'énergie comme potentiel facteur de limitation dans les scénarios hydriques

En raison de l'augmentation de la production d'énergie par combustibles fossiles et de leur impact conséquent sur le climat global, il faut s'attendre à une variation de la disponibilité en eau au cours de prochaines années. Une variation qui, selon les estimations du Panel Intergouvernemental pour le Changement Climatique sera beaucoup plus accusée au niveau régional (IPCC, 2007).

Une telle évolution pourrait accentuer certains des problèmes détectés, surtout dans des régions comme l'Asie, l'Afrique et le Moyen Orient, où l'eau disponible pour la consommation pourrait diminuer. Dans d'autres régions plus vastes, il est possible que nous assistions à certaines variations interrégionales mais la résolution géographique de cette étude ne permet pas de les capter. Il est probable que ces problèmes s'intensifieront avec le temps du fait que les impacts du changement climatique sur les précipitations seront plus importants et que la consommation globale d'énergie augmentera elle aussi.

En général, les prédictions indiquent également qu'il se produira non seulement une diminution de l'apport hydrique dans certaines zones et des augmentations dans d'autres mais qu'il y aura aussi un changement dans les modèles de ces apports avec, probablement, une plus grande concentration des pluies. Une évolution dont les répercussions pourraient revêtir divers aspects: une moindre disponibilité d'eau pour la consommation, une moins grande capacité de production des centrales hydrauliques et, finalement peut-être,

un plus grand besoin de régulation des apports. Dans tous les cas, une analyse rigoureuse de cette question demanderait des informations plus détaillées au niveau régional, aussi bien en ce qui concerne le possible impact du changement climatique que son effet sur la production d'énergie.

3. MODÈLES NON DURABLES

Le rapport sur le Développement Humain des Nations Unies conclut que le développement économique implique des impacts écologiques non supportables en termes de durabilité. Les habitants des pays présentant les indices de développement les plus élevés consomment des ressources biologiques à un rythme plus élevé que celui que la terre met à les régénérer. Les nations dans lesquelles le niveau de consommation ne porte pas préjudice à la capacité de régénération de la Terre tendent à se trouver en dessous du niveau considéré par l'ONU comme un niveau convenable de développement humain. **Au fur et à mesure que ces pays se développent, la pression exercée sur les ressources biologiques de la planète augmente; nous nous trouvons donc en présence d'un modèle de croissance fortement non durable.**

Un pourcentage très élevé d'habitants de la planète n'a pas accès à l'eau en quantité et qualité nécessaires au développement humain ni aux services d'énergie modernes. Leur incorporation à un modèle de consommation similaire à celui des pays développés **aggraverait considérablement les tensions exercées sur ces ressources finies; et cela aussi bien du point de vue de la sécurité de l'approvisionnement que de la protection de l'environnement.**

3.1. Modèle de l'énergie

De nombreuses études réalisées par des institutions d'une crédibilité indiscutable, aux approches et perspectives diverses, s'accordent à affirmer que le **modèle mondial de l'énergie actuel – basé sur les combustibles fossiles et la croissance constante de la demande – n'est pas durable en termes économiques, sociaux et environnementaux. Et, foncièrement, il en est ainsi parce que**

Fig. 22: HUMAN DEVELOPMENT AND ECOLOGICAL FOOTPRINTS, 2003

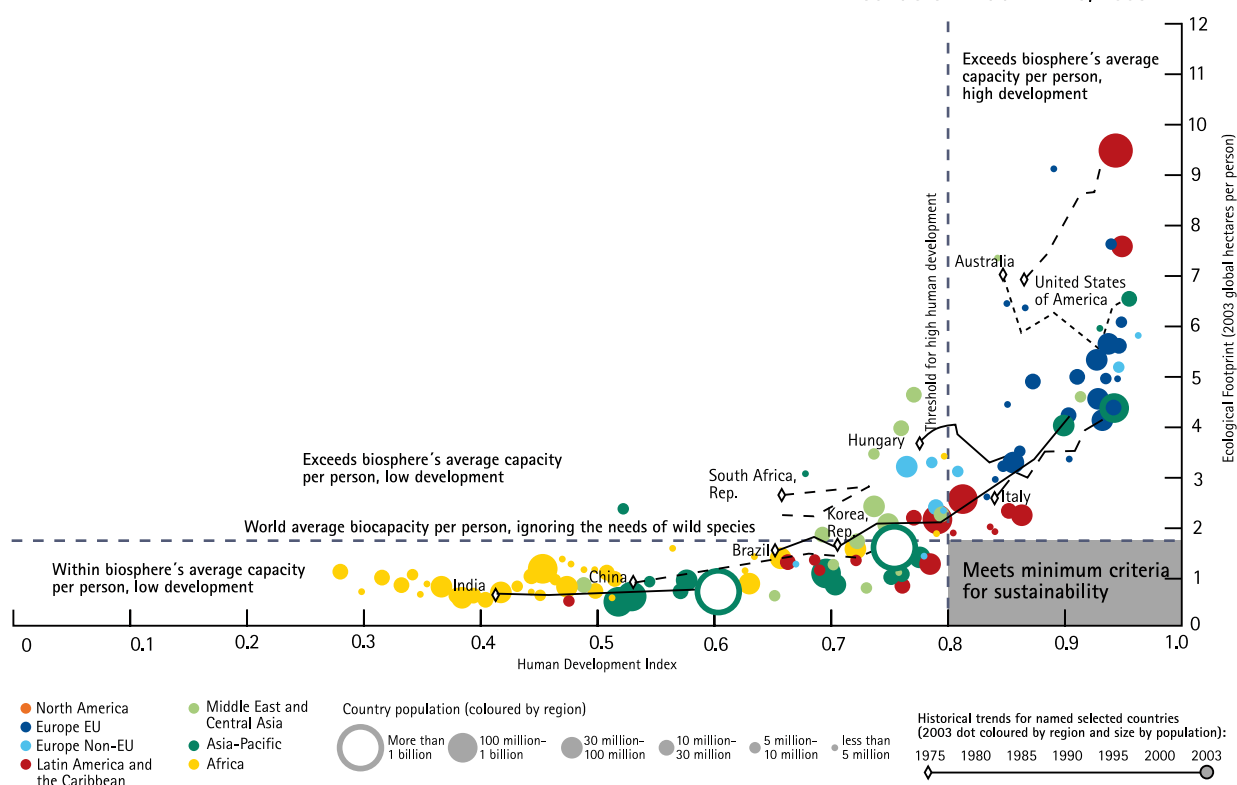


Illustration 1: Les niveaux de développement humain les plus élevés sont associés à des impacts écologiques non compatibles avec la durabilité

la transformation et l'utilisation de l'énergie produit les deux tiers des émissions de gaz à effet de serre. Le quatrième rapport de l'IPCC soutient que pour pouvoir maintenir la concentration de gaz à effet de serre (GES) en-dessous de 450 parties par million (ppm), il faudrait atteindre une réduction de 50% des émissions au niveau mondial en 2050 par rapport au niveau de 2005 et de 70% par rapport à celui de 1990. L'AIE annonce comme un scénario probable qu'en 2030 la concentration de GES atteindra entre 850 et 1130 ppm ; ce qui pourrait signifier une augmentation de la température comprise entre 4,9 et 6,1 °C, et entraîner des conséquences désastreuses pour notre planète. À l'origine de l'augmentation des émissions de GES se trouve la demande d'électricité et de produits pétroliers.

3.2 Demande dans le secteur de l'électricité

Entre 1990 et 2005, la demande d'électricité s'est accrue de 54% et les prévisions indiquent que ce vecteur de l'énergie continuera de rem-

placer d'autres sources d'énergie et que sa demande augmentera de 94% entre 2005 et 2030. Cet accroissement se traduira par une augmentation des émissions de 71% dans le secteur de l'électricité dans le scénario de référence de l'AIE et représentera 45% des émissions de CO₂ en 2030. Les pays en voie de développement, avec une croissance annuelle moyenne de 4,6%, consommeront la moitié de la demande mondiale. Il convient de souligner le cas de la Chine qui, en 2030, consommera 24% de la totalité de l'électricité produite dans le monde.

Pour produire de l'énergie, différentes sources sont utilisées. Cependant, le charbon, le plus polluant, est le plus employé étant donné que son prix est, au jour d'aujourd'hui, compétitif et qu'il existe de grandes réserves réparties dans le monde entier, essentiellement en Chine et aux États-Unis. Pour cette raison et dans la mesure où l'on ne parviendrait pas à réduire sensiblement les émissions de GES du charbon, le modèle d'énergie actuel ne sera pas durable à moyen terme.

Dans le scénario de référence de l'AIE du *Rapport sur la Prospective sur l'Énergie du Monde (World Energy Outlook 2007)*, en 2030 le charbon couvrira 45% de la demande et sera responsable de 71% des émissions de CO₂. Néanmoins, dans le scénario alternatif, un plus grand développement des sources d'énergie propres (29% de la production d'électricité face aux 20% du scénario de référence) et une contention de la demande (avec une réduction de la demande d'électricité de 12% pour une plus grande efficacité énergétique) pourraient réduire les émissions du secteur de l'électricité de 27% par rapport au scénario de référence. En dépit de cette amélioration, ce scénario ne serait toujours pas durable et n'atteindrait pas les objectifs marqués par l'IPCC car les émissions de GES augmenteraient de 27% entre 2005 et 2030 ; la totalité de cette croissance ayant lieu dans les pays en voie de développement.

En ce qui concerne la problématique de l'eau, comme nous l'avons déjà signalé, les technologies thermiques conventionnelles de production d'électricité utilisent de l'eau pour produire la vapeur nécessaire à la transformation d'énergie ou comme instrument de refroidissement et la majeure partie de cette eau est récupérée. Selon le scénario de référence de l'AIE, en 2030 il faudra de l'eau pour 80% de la production d'électricité mondiale.

Ces besoins croissants en eau entrent en conflit avec les pressions exercées sur son utilisation qui dérivent de l'augmentation de la population et des revenus, ainsi que de la demande d'aliments et de production industrielle qui en découlent. Les conséquences du changement climatique accentueront ces pressions dans certaines zones géographiques.

3.3 Demande de pétrole

Pour sa part, la demande de pétrole représente 41% de la demande d'énergie des pays de l'OCDE et 29% de celle des pays en voie de développement. Au fur et à mesure que ces derniers pays se développent, la demande de pétrole augmente ; ce qui crée des tensions sur les marchés. Avec le temps, les réserves de pétrole se concentreront dans un nombre réduit de pays. Selon le

scénario de référence de l'AIE, les pays de l'OPEP augmenteront leur poids dans l'offre globale, passant de 42% actuellement à 52% en 2030. Les pays ne faisant pas partie de l'OPEP augmenteront légèrement leur offre, principalement à travers des ressources non conventionnelles. Cependant, à partir de 2015, au fur et à mesure que les réserves conventionnelles se réduiront, seuls l'Amérique Latine, le Canada et l'Afrique continueront à augmenter leur production. On s'attend à ce qu'au cours de la période 2006-2030 les États-Unis et l'Europe enregistrent une baisse moyenne interannuelle de leur production de pétrole de 0,5% et 3%, respectivement.

L'accroissement de la demande de pétrole n'est pas viable en termes de durabilité dans la mesure où il s'agit d'un combustible fini dont les réserves sont limitées et concentrées dans un nombre restreint de pays. Pour le moment, il n'existe pas de substitut clair au pétrole mais on assiste à l'émergence de quelques alternatives d'avenir comme les biocombustibles, l'hydrogène, les énergies renouvelables, les voitures électriques. Toute alternative au pétrole aura des implications sur les demandes en eau.

Le principal consommateur de pétrole est le secteur du transport. Selon le scénario de référence de l'AIE, le secteur du transport continuera à être le principal promoteur de la demande de pétrole et son poids dans la consommation totale enregistrera une augmentation, passant de 47% actuellement à 52% en 2030. Bien que l'efficacité énergétique des véhicules ait été considérablement améliorée, le développement de la mobilité, tant en raison des achats de véhicules que de l'augmentation de la distance parcourue, a largement dépassé les améliorations apportées à l'efficacité. Si l'on tient compte des prévisions de l'AIE, nous assisterons à un accroissement spectaculaire du nombre de véhicules qui devrait passer de 900 millions aujourd'hui à 2,1 milliards en 2030.

L'absence de désaccouplement du transport par rapport à la croissance économique est un symptôme de non durabilité. La croissance économique des pays en voie de développement entraînera une plus grande mobilité, ce qui accentuera les impacts sur l'environnement en termes d'émission de polluants locaux et globaux, de consommation d'eau pour l'extraction et le raffinage d'énergie

et également parce que les alternatives au pétrole telles que le bioéthanol ou l'hydrogène requièrent elles aussi une consommation d'eau très intensive.

3.4 Modèle hydrique

L'eau disponible sur la Terre pour satisfaire les demandes de l'homme est répartie de façon très irrégulière et les problèmes de pénurie sont donc locaux. Les statistiques groupées cachent cette problématique. Le modèle de l'eau basé sur une utilisation intensive de la ressource et sur une croissance exponentielle de l'offre montre clairement des signes de non durabilité en ce qui concerne les processus de dégradation des ressources et des aquifères. Les eaux souterraines fournissent un tiers de la population mondiale et les niveaux des nappes phréatiques et des puits chutent à cause de la surexploitation des aquifères. Si la tendance actuelle se maintient, en 2025 deux personnes sur trois vivront dans des zones affectées par le manque d'eau.

Actuellement, plus de 20% des humains sont confrontés à des problèmes d'accès à l'eau et 2,6 milliards de personnes ne bénéficient pas de services d'assainissement. L'eau contaminée est le principal responsable des maladies qui sévissent dans les pays en voie de développement ; ce qui affecte plus de 1,2 milliards de personnes.

D'autre part, à la pression de la demande d'eau vient s'ajouter le fait que pour la première fois dans l'histoire de l'humanité, nous devons affronter des changements globaux qui affectent le cycle hydrologique. Le quatrième rapport de l'IPCC arrive à la conclusion que l'homme a provoqué le réchauffement global qui affecte actuellement le climat. Avec le temps, il a été démontré que le changement climatique s'accélère au-delà des prévisions établies. Chaque rapport de l'IPCC a sous-estimé la vitesse des changements du climat et les conséquences de l'élévation des températures sur les écosystèmes.

Les impacts de l'élévation des températures sont liés à la disponibilité en eau et se traduisent par l'augmentation des niveaux de la mer (ce qui implique l'eutrophisation des aquifères) et du stress hydrique (le manque d'eau pour toutes

les utilisations) en raison des changements dans les précipitations, des sécheresses, des inondations, des tempêtes, des ouragans et des tornades ainsi que de la fonte de l'Arctique, de la couche de glace du Groenland et des glaciers des montagnes.

Le stress hydrique affecte principalement les pays en voie de développement mais le PNUE prévoit qu'il se propagera considérablement dans le monde entier, y compris en Europe et aux États-Unis. La demande en eau sera intensifiée par la croissance économique et l'augmentation de la population étant donné que les deux croissances impliquent de plus grandes demandes de produits agricoles et industriels ainsi que du secteur résidentiel.

Les projections de croissance de la population et de l'économie signifieront donc une forte augmentation de la demande d'eau ; ce qui accentuera la non durabilité du modèle hydrique. En 2030, on prévoit que la population de la planète atteindra les 9 milliards d'habitants et que de nombreux pays émergents parviendront à des niveaux de richesse similaires à ceux des pays les plus avancés.

Dans de nombreux pays connaissant des problèmes de manque d'eau, le secteur agricole est confronté au dilemme suivant : produire les aliments ou les importer de pays réunissant des conditions climatologiques optimales. Le problème réside dans le fait qu'avec l'actuelle escalade des prix des aliments, les aspects liés à la sécurité de l'approvisionnement deviennent de plus en plus importants. La question qui se pose alors est de savoir si les pays préfèrent accroître la pression sur les ressources locales ou être vulnérables aux marchés globalisés.

À la problématique même des hausses de la demande d'eau vient s'ajouter le fait que celles-ci ont lieu dans les zones où les difficultés liées au manque de cette ressource existaient déjà auparavant comme, par exemple, en Espagne pour la zone méditerranéenne ou encore dans le sud de la Californie. Cela convertit le manque d'eau en un problème local qui débouche sur des pratiques non durables. Dans ces endroits, l'augmentation de la demande en eau destinée à satisfaire les besoins de la production d'énergie (qui est

également plus demandée dans ces zones) **provoquera plus de pressions entre les différentes utilisations** et également une augmentation des conséquences négatives entraînées par la surexploitation des ressources hydriques.

Cette situation s'avère particulièrement grave dans les pays des rives sud de la méditerranée, où se trouvent 60% des habitants de la planète « pauvres en eau » (avec une disponibilité annuelle par personne inférieure à 1000 m³). En outre, il convient de souligner que les produits agricoles exportés de cette région sont également des transferts de la dite « eau virtuelle » vers les pays récepteurs. Ainsi, tous les pays du nord de l'Afrique sont des exportateurs nets d'eau virtuelle. (Willstedt, 2008)

Dans ces pays, la surexploitation des ressources disponibles associée aux conditions climatologiques provoque un manque chronique d'eau douce qui conduit à la surexploitation des aquifères, dans lesquels se produit une importante intrusion de l'eau de mer. La situation est particulièrement grave en Libye, en Égypte et en Algérie où il faut recourir à l'utilisation de stations de dessalement dans des proportions considérables afin de faire face à la demande croissante en eau (Willstedt, 2008).

Ces pressions ne se reflètent pas uniquement dans la **surexploitation des aquifères**, généralisée dans un grand nombre de pays (Libye, Égypte, Algérie, Tunisie, Israël, États-Unis, Russie, Espagne, entre autres) mais elles ont également un impact négatif sur la pollution diffuse (nitrates et biocides), essentiellement due à une utilisation non durable de fertilisants dans le secteur agricole qui, conjointement à l'emploi excessif de pesticides, provoque la pollution d'aquifères.

D'autre part, la demande en eau de qualité dans les pays développés et les pays émergents est confrontée à la difficulté de fournir des services d'épuration d'effluents provenant de localités de moindre importance qui, à cause de leur dispersion, requièrent des solutions technologiques novatrices et plus coûteuses. Les rejets des secteurs domestique, industriel et agricole dans le domaine

public hydraulique engendrent une détérioration de la qualité des fleuves, une perte progressive de leurs valeurs environnementales et une réduction de leur capacité de drainage qui peuvent, en fin de compte, affecter la santé des citoyens.

Ces problèmes s'accroissent dans les pays moins développés où le manque d'assainissement provoque des taux de mortalité infantile élevés. Dans de nombreux cas, le manque de financement pour la construction de stations de production d'énergie est à l'origine de l'absence de systèmes de traitement des eaux adaptés. Le fait de disposer d'énergie permet d'obtenir de l'eau captée de puits, de stations de dessalement ou de l'épuration et de la réutilisation des eaux résiduelles.

En conclusion, **l'énergie peut résoudre certains des problèmes qui rendent le cycle de l'eau non durable**. Cependant, la solution réside dans la manière de produire cette énergie de façon durable de façon à ne pas provoquer de changement climatique aggravant le cycle de l'eau.

4. RECOMMANDATIONS DE POLITIQUES PUBLIQUES INTÉGRÉES

4.1 Efficacité énergétique et énergies renouvelables

Les processus de Changement Climatique ont accentué la gravité et l'urgence de la nécessité d'utiliser les ressources d'énergie et d'eau suivant des critères de **durabilité**. Le changement climatique favorise la recherche intégrée de réponses car il existe d'importantes **synergies entre les « nouvelles cultures » de l'eau et de l'énergie**.

Les défis actuels devraient mener à l'élaboration et à la définition de scénarios de futur viables dans le domaine de l'énergie et de l'eau (au sein de chaque domaine tels que les îles, les démarcations ou les bassins hydrographiques, les zones côtières, etc.) dont la référence innovante pourrait être l'autosuffisance et le maintien de la fonctionnalité des écosystèmes sur lesquels repose la base de leur durabilité.

Majoritairement, les auteurs considèrent que **les énergies renouvelables sont l'alternative la plus viable pour résoudre certains des grands défis de l'énergie et de l'eau** auxquels nous sommes confrontés.

- Le potentiel techniquement viable des énergies renouvelables au niveau mondial est énorme : 85 TWh par an, un chiffre qui dépasse largement la consommation d'énergie actuelle (15,18 TWh) et la consommation d'énergie future, estimée 25-30 TWh en 2050.

- Les énergies renouvelables sont locales et, par conséquent, elles peuvent s'ajuster aux besoins de lieux épars et faciliter l'accès à l'eau sur ces sites.

- Elles ne produisent pas d'émissions et sont donc la solution la plus évidente au problème du changement climatique.

- Elles sont basées sur un combustible renouvelable et autonome et, par conséquent, réduisent la dépendance de l'extérieur tout en apportant une sécurité en matière d'approvisionnement.

- Dans la majorité des cas elles ne consomment pas d'eau, principalement les solutions non thermiques telles que les énergies hydraulique, éolienne, marine ou géothermique.

- L'énergie solaire peut constituer une bonne solution dans certaines zones côtières où l'eau n'est pas abondante mais qui présentent néanmoins des niveaux élevés de rayonnement solaire ainsi que, dans de nombreux cas, une plus grande concentration de population. Sur ces sites, les énergies solaire et éolienne peuvent apporter des solutions dans la mesure où elles seraient d'un coût réduit et que l'efficacité de la technologie du dessalement d'eau augmenterait.

- Elles produisent d'autres impacts locaux positifs tels que la création d'emploi rural, le développement d'une activité à forte valeur ajoutée et elles favorisent la recherche, le développement, l'innovation, etc.

L'un des défis qu'il faut **remporter** pour atteindre cet avenir renouvelable est l'**intermittence** de ces sources. Afin de maximiser la pénétration des énergies renouvelables, il est possible de développer diverses méthodes de stockage facilitant la conversion d'énergies intermittentes en énergies

fiables à l'aide, par exemple, de batteries, de systèmes de pompage et, à moyen terme, de l'hydrogène fabriqué par électrolyse. Néanmoins, pour cela il est nécessaire d'introduire des technologies novatrices qui requièrent d'ambitieux programmes de recherche, de développement et d'innovation. Ambitieux dans le sens où, selon les prédictions des scénarios de l'IPCC, nous ne disposons que de peu de temps pour apporter des solutions.

Un autre aspect qu'il est nécessaire de prendre en compte pour pouvoir exploiter la totalité du potentiel des énergies renouvelables est la **reconfiguration des réseaux afin de les rendre intelligents**. Cela implique la création de mini réseaux permettant aux foyers, aux entreprises et aux industries de produire de l'énergie renouvelable au niveau local. Un réseau intelligent, doté de compteurs intelligents, permettra aux producteurs locaux d'être plus efficaces et de vendre ou d'acheter au réseau lorsque cela leur sera nécessaire, de sorte que le flux d'électricité deviendra bidirectionnel ; ce qui permettra de réduire les pics et les creux ainsi que d'optimiser les systèmes de production d'électricité.

Les économies d'eau impliquent des économies d'énergie. Les économies d'eau à l'extérieur réduisent les besoins d'énergie pour le pompage, le traitement et la distribution. Économiser l'eau à l'intérieur des logements et des entreprises permet d'éviter l'utilisation de l'énergie du transport tertiaire, de l'assainissement, du transport des eaux réutilisées et de l'épuration. Enfin, les économies d'eau chaude permettent d'éviter tout ce que venons de mentionner mais également l'énergie nécessaire au chauffage de l'eau.

Au regard des chiffres avancés en ce qui concerne l'énergie nécessaire pour permettre la consommation d'eau, il est clair que non seulement les « économies directes » d'énergie sous forme de campagnes s'adressant aux utilisateurs ou visant à l'amélioration de procédés concrets (comme celles survenues au cours des dernières années en matière de techniques de dessalement) sont d'une grande importance mais que les « économies indirectes » d'énergie des politiques d'économie de l'eau le sont également (Cobacho, 2008).

²⁵ Il conviendrait d'ajouter la consommation d'énergie dérivée de l'épuration.

Dans le cas de l'Espagne et dans les grandes lignes, on constate que la facture d'énergie diminuera d'environ 3 kWh⁽²⁵⁾ pour chaque m³ d'eau non utilisée. De la sorte, si la consommation d'eau pour les utilisations urbaine et industrielle était réduite de 30%, l'économie réalisée serait approximativement de 1 900 hm³/an. Avec une dépense d'énergie plus conservatrice de 2 kWh/m³, la baisse du montant de la facture globale de l'énergie tournerait autour de 3 750 GWh ; un chiffre qui représente près de 2% de la consommation totale en Espagne (Cobacho, 2008).

Compte tenu de ce qui précède, l'étude réalisée en 2005 par la Commission de l'Énergie en Californie a démontré que, pour ce cas particulier et un investissement identique, la rationalisation de l'utilisation de l'eau permet d'économiser plus d'énergie que l'introduction d'autres mesures d'efficacité énergétique.

Les politiques d'économies d'eau comprennent deux phases. Dans la première, l'efficacité de la distribution fait référence à la réduction de fuites dans les conduites existantes. L'ampleur des économies réalisées dépend du rendement du système ; lorsque celui-ci est faible, le volume peut être important. La seconde phase, quant à elle, est focalisée sur la centralisation de la consommation finale avec des campagnes destinées à la prise de conscience des utilisateurs et l'installation de dispositifs de faible consommation d'eau dans les foyers. Le volume consommé dépend des habitudes des usagers, mais les économies réalisées dépasseront difficilement 20% du volume consommé.

Il existe d'autres options permettant d'abaisser la demande en énergie du cycle de l'eau comme, par exemple, les économies d'énergie réduisant l'utilisation et la consommation d'eau dans le refroidissement des centrales thermiques ; l'amélioration de l'efficacité dans les opérations, en augmentant la taille des conduites et en installant des pompes plus efficaces ; le déplacement à des heures creuses des opérations du cycle de l'eau dont le coût en énergie est le plus intensif, comme le pompage et le traitement, grâce à de bonnes indications des prix ; le développement d'énergies renouvelables associées aux deux cycles, en incluant par exemple des microcentrales de production d'électricité dans les conduites ainsi

qu'en augmentant la capacité et l'utilisation du pompage ; d'autre part, les boues des stations d'épuration pourraient être employées comme biomasse pour la production d'électricité.

De plus, les améliorations de l'efficacité énergétique impliquent une réduction de la demande en eau nécessaire pour acheminer cette énergie jusqu'au point de consommation. Ainsi, les économies d'électricité ou de combustible de transport automobile impliquent les économies d'eau les plus importantes. Dans le cas des combustibles, des économies sont réalisées lors de l'extraction de produits pétroliers, du raffinage et du transport jusqu'au point de consommation, pour lequel du combustible est également nécessaire. En ce qui concerne l'électricité, des économies d'eau sont réalisées lors du refroidissement des turbines, de son utilisation pour le turbinage dans les centrales thermiques ainsi que par le coût d'opportunité que constitue la non utilisation du potentiel hydrologique.

4.2 Propositions technologiques

Comme nous l'avons commenté précédemment, les modèles actuels de l'énergie et de l'eau ne sont pas viables en termes de durabilité. Dans ce document, nous faisons référence aux aspects de la durabilité liés au rapport entre l'eau et l'énergie. Néanmoins, il existe de graves problèmes de non durabilité dans le cycle de l'eau et ceux-ci demandent une analyse plus spécifique.

La disponibilité d'énergie fiable peut résoudre certains aspects qui rendent le cycle de l'eau non durable mais, comme nous l'avons conclu plus haut, la clé du problème réside dans la manière dont cette énergie est produite de façon durable ainsi que dans la limitation de la consommation des ressources hydriques. Pour remporter ce défi, le développement technologique est appelé à jouer un rôle fondamental.

Diverses études sur les futures tendances d'émissions prévoient que celles-ci parviendront à un pic vers l'année 2030 et qu'à partir de ce moment, elles commenceront à diminuer. Dans son Rapport sur les Perspectives des Technologies de l'Énergie à l'horizon 2050, l'AIE effectue

une analyse de deux scénarios. Le premier fait référence à l'utilisation massive des technologies existantes ainsi qu'à l'abandon de technologies non déficientes (Scénario ACT). Au terme de son analyse, l'AIE conclut qu'à l'aide de ces technologies, les émissions pourraient être stabilisées à leur niveau de 2005 en l'an 2050. Le deuxième scénario formule des hypothèses optimistes quant à d'importants développements technologiques dans les domaines du solaire, de l'éolien, de la capture et la séquestration du carbone, du nucléaire, de la mobilité, entre autres (Scénario BLUE). Avec ce scénario, les émissions pourraient être réduites de 50% en 2050 ; ce qui permettrait de maintenir une élévation de la température comprise entre 2° C et 2,4° C au niveau mondial.

Dans les deux scénarios, l'efficacité énergétique dans les bâtiments, l'équipement, le transport, l'industrie et la production d'électricité est responsable de la majeure partie des réductions d'émissions mais également de l'utilisation d'eau, comme cela a été indiqué précédemment. Vient ensuite la décarbonisation de la production d'électricité, essentiellement obtenue par une combinaison des énergies renouvelables et de l'énergie nucléaire ainsi que par l'utilisation de la technologie de la capture et de la séquestration du carbone (CCS) dans les centrales de production. Le scénario BLUE développe les options les plus coûteuses comme le CCS dans l'industrie et les combustibles alternatifs de transport.

Dans le secteur de l'électricité, l'AIE prévoit une réorientation massive vers la production d'électricité à l'aide d'énergies renouvelables, en particulier éolienne, photovoltaïque, solaire à concentration et biomasse. La part de cette production devrait représenter **46% de l'électricité produite dans le monde en 2050** et contribuer à **21% des réductions d'émissions du scénario BLUE**. La séquestration du carbone dans les centrales de production et dans l'industrie contribuera à 19% de la réduction de CO₂ et l'énergie nucléaire à une baisse de 6% des émissions.

Par conséquent, l'amélioration de la durabilité dans la relation eau/énergie viendra, du point de vue technologique, du développement massif des

énergies renouvelables. D'autre part, afin de garantir que le développement de ces technologies minimisera l'impact sur la consommation d'eau, des solutions technologiques devront être apportées à la production thermique (charbon, nucléaire et gaz) ainsi que dans le solaire à concentration.

En ce sens, l'application des mesures suivantes permettrait de réduire la consommation d'eau dans les centrales de production :

- **Améliorations dans l'efficacité énergétique** de cycles combinés ou de chaudières à charbon supercritiques.
- **Recherche de sites d'implantation** entraînant un moindre impact sur l'utilisation de l'eau et dans lesquels il serait possible de procéder au refroidissement en circuit ouvert ; ce qui implique une consommation nette d'eau moins importante ainsi qu'une plus grande efficacité et, lorsque cela ne serait pas possible, opter soit pour des systèmes de refroidissement à sec d'un rendement inférieur et d'un coût plus élevé mais consommant moins d'eau, soit pour le refroidissement par eau de mer sur les sites côtiers, ou encore pour la réutilisation d'eaux résiduelles avec des politiques de rejet zéro (PRZ).
- **Systèmes mixtes de production Éolienne-hydraulique** comme, par exemple, le projet intégral de l'île de El Hierro aux Canaries, qui permet d'associer et de gérer la production d'électricité renouvelable et la production d'eau potable à partir de l'eau de mer, son stockage dans des réservoirs afin d'approvisionner la population, mais également la production hydraulique à régulation ainsi que le pompage pour le remplissage des réservoirs.

Le cycle de vie de la mobilité, dans sa totalité, est un autre secteur dans lequel il est nécessaire de faire des économies d'eau ; et cela concerne aussi bien la mobilité liée au pétrole que celle liée à ses alternatives (biocombustibles, hydrogène, etc.).

Enfin, il faut chercher des solutions intégrées au trinôme agriculture/eau/énergie. Il existe de nouvelles initiatives orientées dans ce sens et offrant un grand potentiel d'utilisation d'eau de mer et d'énergie solaire pour la production d'aliments, de poisson et de biocombustibles à l'aide de systèmes intégrés réduisant les rejets de substances polluantes ainsi que l'absorption de carbone.

4.3 Politiques économiques

Outre les propositions en matière de technologie et de durabilité, il existe un ensemble d'actions de politiques économiques sectorielles et transversales qui permettent de gérer efficacement ces ressources.

La politique économique dispose d'instruments permettant de guider l'utilisation de l'eau et de l'énergie vers une exploitation, une consommation et des investissements **apportant le maximum de bien-être à la société** tout en garantissant l'accès des citoyens à ces services essentiels (Gradolph, 2008).

Traditionnellement, l'économie a utilisé le marché comme référence pour résoudre les questions liées à la gestion de ressources rares. Il s'agit d'un instrument simple et efficace qui, à travers le prix, lance des signaux grâce auxquels les agents peuvent prendre des décisions sur le niveau optimal de consommation, le rythme efficace pour l'exploitation des ressources ou l'amplitude de l'investissement requis. Par conséquent, le marché est l'instrument de référence pour l'assignation efficace de ressources d'eau et d'énergie. Cependant, le fonctionnement du marché de l'eau et de l'énergie présente des déficiences, connues comme défaillances de marché, au cours desquelles les prix ne transmettent pas aux agents toutes les informations nécessaires pour que la décision adoptée soit efficace et apporte le bien-être maximum à la société. Le fait que dans de nombreux cas le prix de ces deux ressources n'internalise pas le coût réel et environnemental entraîné donne lieu à des consommations non nécessaires ou inefficaces. De plus, l'eau consommée n'a souvent pas de prix ou provient de l'extraction illégale d'eaux souterraines. Revoir la politique des prix de l'eau et de l'énergie est une condition préalable indispensable pour garantir la durabilité de ces ressources (Gradolph, 2008).

Les prix de l'eau et de l'énergie doivent être **orientés vers la couverture des coûts** de la prestation tout en garantissant un service essentiel aux consommateurs les plus vulnérables.

L'établissement de prix artificiellement bas ne permet pas de transmettre le signal de rareté des ressources ; ce qui, à court terme, conduit

à leur surexploitation. À long terme, le risque d'épuisement et l'absence d'incitations économiques aux investissements constituent une menace pour la durabilité.

En ce sens, les politiques visant à orienter les tarifs de l'eau vers les coûts et à adapter les prix de l'électricité aux signaux du marché sont essentielles. À titre d'exemple, l'existence de déficit dans les liquidations du tarif de l'électricité est le résultat d'une politique tarifaire qui amortit le signal des prix du marché et en répercute le coût sur les consommateurs des années suivantes. Cela signifie qu'en séparant le paiement du tarif de la consommation de l'énergie, le consommateur n'a pas conscience du coût réel de l'électricité consommée et qu'il ne peut donc pas gérer sa demande. Il en résulte une intervention non nécessaire sur les résolutions des agents (qui n'ont pas à partager la décision du paiement échelonné) et un affaiblissement des incitations à l'adoption de politiques d'économies d'énergie et d'efficacité énergétique (Gradolph, 2008).

Pour cette raison, il est nécessaire de confier au marché un rôle de tout premier plan dans la **détermination des tarifs de l'eau et de l'énergie** et d'éviter les problèmes liés à l'établissement d'un prix fixe, exception faite des cas où la protection de consommateurs vulnérables l'exigerait.

En ce qui concerne l'eau et l'énergie, la réglementation communautaire a fait confiance au marché dans lequel elle voit l'instrument le plus efficace pour transmettre aux agents l'intensité des signaux de rareté des ressources. En Espagne, les décisions respectent les directives communautaires à travers, par exemple, l'élimination de certains tarifs de l'électricité et du gaz, la cession des droits à l'utilisation privée des eaux publiques ou encore la récupération partielle moyennant la réduction des tarifs des Sociétés d'État de l'Eau en échange du financement d'infrastructures hydrologiques (Gradolph, 2008).

L'une des principales difficultés au moment d'évaluer correctement le lien qui unit ces deux éléments est l'**absence de statistiques fiables sur l'utilisation de l'eau**; ce qui en complique encore le contrôle. En Espagne, il n'existe pas de

contrôle des dépenses d'eau, la quantification des consommations étant réalisée par estimation. Les informations publiées périodiquement par l'Institut National de Statistiques à ce sujet sont le résultat d'enquêtes et d'analyses statistiques et c'est pour cette raison qu'il est nécessaire de mettre en œuvre des systèmes modernes d'audit de l'eau incluant une comptabilisation des consommations d'énergie associées et également d'établir une forme de contrôle administratif, aujourd'hui inexistante. La création d'Agences Régulatrices est une option actuellement adoptée dans de nombreux pays (Cobacho, 2008).

Le développement de politiques économiques doit comporter **des planifications conjointes des politiques de l'eau et de l'énergie**, abordées depuis une approche intégratrice, ainsi que l'élaboration de réglementations coordonnées entre les responsables politiques des départements de l'eau, de l'industrie, de l'énergie et de l'environnement. Les solutions proposées dans ce document contiennent implicitement une augmentation des actions de recherche, de développement et d'innovation sur le binôme eau/énergie. En outre, cette analyse doit impliquer tous les agents sociaux, confédérations d'entreprises, institutions, centres de recherches, universités et entreprises.

CONCLUSIONS

Au niveau mondial, « **De l'eau pour la vie, de l'énergie pour le développement** » acquiert une grande importance dans la configuration de politiques de développement pour la réalisation des Objectifs du Millénaire. Les représentants politiques du monde devront s'assurer que la fourniture de **ces services de l'énergie, nécessaires à la vie, sera menée à bien dans une logique de durabilité**, c'est à dire en **réduisant les émissions de GES** qui accompagnent généralement la consommation d'énergie et en **minimisant la consommation d'eau** afin d'éviter les conflits avec d'autres utilisations.

L'eau et l'énergie sont deux éléments essentiels à la garantie de la **sécurité de l'approvisionnement** de tous les pays car elles sont la matière première indispensable à l'activité de production. Pour cette raison, nous devons tenir compte du fait que ces deux ressources sont intimement liées. Si nous souhaitons atteindre une plus grande sécurité alimentaire et une augmentation du nombre de produits nationaux, nous aurons besoin de plus d'énergie et il nous faudra donc plus d'eau, plus fiable et plus abondante. C'est pour cette raison que l'application de technologies efficaces et de technologies de réutilisation de l'eau est si importante.

La relation entre l'eau et l'énergie est tellement étroite et son impact d'une telle profondeur dans l'économie et le bien-être de nos sociétés, **que celle-ci devrait constituer le centre d'une attention toute particulière** des pouvoirs publics et faire l'objet d'une **analyse approfondie et rigoureuse** de la part de l'industrie, des institutions académiques et de la société civile. Néanmoins, au jour d'aujourd'hui, il s'agit d'une **question insuffisamment analysée et valorisée** dans l'élaboration des politiques sectorielles. Il n'est pas pleinement tenu compte des liens qui unissent l'eau et les systèmes de production d'électricité. De même, les propositions de technologies de substitution des carburants dans le secteur des transports ne sont pas assez prises en considération. Une situation qui, somme toute, se traduit par une perte d'opportunités de développement économique et social.

Bibliography

AZQUETA (2008): "Proposals from an economic standpoint on the connection between water and energy." Water and Energy Theme Week, Water Tribune, September 2008.

COBACHO (2008): "Energy implications in water supply and the need to increase efficiency". Water and Energy Theme Week, Water Tribune, September 2008..

GLEICK, P.H. (1994). Water and Energy. Annual Review of Energy and the Environment, 19:267-299.

GRADOLPH (2008): "Economic policies on water and energy." Water and Energy Theme Week, Water Tribune, September 2008.

IEA (2007). World Energy Outlook. International Energy Agency, Paris.

IEA (2008). Energy Technologies Perspectives. International Energy Agency, Paris.

LINARES (2008): "Implications for water in world energy scenarios." Water and Energy Theme Week, Water Tribune, September 2008.

US DOE (2006). Energy Demands on Water Resources. Report to Congress on the Interdependency of Energy and Water. U.S. Department of Energy, December 2006.

YAGÜE (2008): "Energy for water", Water and Energy Theme Week, Water Tribune, September 2008.

WILLSTEDT (2008): "Water, energy and sustainability. The challenges faced by the countries on the southern shore of the Mediterranean", Water and Energy Theme Week, Water Tribune, September 2008.

L'ÉNERGIE POUR L'EAU

Jesús Yagüe Córdova

RÉSUMÉ :

L'administration hydraulique a contribué de manière très significative à la génération d'énergie en Espagne. Les aménagements hydroélectriques et la réfrigération des centrales thermiques requièrent des demandes hydriques importantes et sont de bons exemples de cette contribution.

La production d'énergie hydroélectrique est modérée dans la demande totale bien qu'elle joue un rôle important dans la satisfaction des pics de demande.

Dernièrement, la technicisation croissante des usages de l'eau a augmenté les besoins d'énergie pour la gestion de ces dernières (pompages, irrigation sous pression, dessalement), d'où une interrelation croissante entre l'eau et l'énergie (il faut de l'eau pour l'énergie et de l'énergie pour l'eau).

Cette situation a provoqué une meilleure sensibilisation de la part de l'administration hydraulique qui met tout en œuvre pour soutenir l'augmentation de la production d'énergie. Bien que les possibilités d'augmenter la production d'énergie hydroélectrique en Espagne soient limitées, on tente d'optimiser toutes les possibilités, en soutenant le secteur privé pour faciliter la mise en marche de nouveaux aménagements qui sont encore possibles, la rénovation et l'optimisation des aménagements existants et le développement de centrales réversibles outre le fait de fomentier, à partir du secteur public, le développement de centrales au pied de barrage dans certaines installations. On espère ainsi pouvoir compenser, d'une façon ou d'une autre, l'augmentation croissante de la demande d'énergie.

LA CENTRALE HYDROÉLECTRIQUE POUR L'ÎLE D'EL HIERRO OBJECTIF: ÉNERGIE RENOUVELABLE À 100 %

Gonzalo Piernavieja

RÉSUMÉ:

El Hierro, la plus petite île de l'archipel des Canaries (10.500 habitants, une surface de 276 km² et une orographie abrupte) a été déclarée Réserve mondiale de la biosphère par l'UNESCO en 2000. Actuellement, sa demande énergétique est couverte grâce aux combustibles fossiles, avec la combustion de diesel dans une centrale thermique, d'où une situation de dépendance énergétique totale envers l'extérieur. La municipalité d'El Hierro qui mise de manière déterminée sur le développement durable, s'est engagée à implanter un schéma qui permette à l'île d'être autosuffisante grâce aux énergies renouvelables. Afin de garantir une alimentation électrique constante, l'énergie éolienne qui représente un énorme potentiel sur

l'île bien que variable, devrait être « accumulée », grâce à un système hydraulique composé de deux réservoirs situés à différentes hauteurs : lorsque l'énergie éolienne dépasse la demande de l'île, une quantité d'eau sera pompée vers le réservoir supérieur ; ainsi, en cas de vent insuffisant, la chute d'eau stockée dans le réservoir supérieur permettra de faire fonctionner les turbines hydroélectriques. Cette centrale hydroélectrique a reçu le soutien d'un consortium qui est formé par la municipalité d'El Hierro, ENDESA et le gouvernement des Canaries par l'intermédiaire de l'ITC et de l'IDAE. À la force du vent s'ajouteront l'action d'autres énergies renouvelables afin d'atteindre l'indépendance énergétique de l'île.

LE DESSALEMENT EFFICACE

Julio Zorrilla

RÉSUMÉ:

Face à la demande croissante en eau potable, le dessalement, en tant que technologie compétitive parmi d'autres sources d'approvisionnement, a fait d'importants progrès au cours des dernières années quant à la consommation énergétique et l'impact environnemental.

La consommation énergétique théorique nécessaire pour dessaler un mètre cube d'eau de mer est de 0,9 kWh ; toutefois, aucune technologie industrielle du marché actuel n'est en dessous de 3,5 kWh, prétraitements nécessaires et rendements des procédés compris.

Les progrès réalisés dans les systèmes de pompage ont amélioré les consommations au cours des dernières années et la recherche de nouvelles membranes pourra encore favoriser cette amélioration. En attendant, on cherche à optimiser le procédé en fonction de l'eau à traiter au moyen de stations pilotes mais aussi à mettre en place des mesures qui réduisent l'impact environnemental de telles installations.

Deux lignes de développement sont axées sur le dessalement en mer, soit fixe combinée avec la génération d'énergies renouvelables in situ, soit mobile sur bateaux, ce qui représente parfois des avantages exclusifs.

PROSPECTIVE 2030: IMPLICATIONS POUR L'EAU ET L'ÉNERGIE

Ignasi Nieto

RÉSUMÉ:

L'eau et l'énergie ont toujours été liées depuis que l'homme a mis la technologie au service du progrès. L'eau et l'énergie constituent respectivement des défis présents et futurs, le premier pour de nombreux pays et le deuxième pour l'ensemble de l'humanité. Une des meilleures façons de lutter contre le changement climatique est de promouvoir les énergies renouvelables, dont certaines continuent à utiliser de l'eau. De plus, il faudra encore compter quelques temps sur les sources ou les technologies conventionnelles pour une importante partie de la production d'énergie. Par conséquent, l'analyse à long terme de la demande et de l'offre énergétique doit nécessairement

inclure l'étude de l'impact sur les consommations d'eau. Le progrès en termes de durabilité énergétique (environnementale, sociale et économique) doit donc passer par une consommation responsable de l'eau.

Le territoire et sa gestion représentent le vecteur transversal qui unit l'eau et l'énergie. Le territoire est un bien rare et chaque fois plus apprécié par nos sociétés, en tant que bien à conserver et à protéger. Ce changement de modèle énergétique implique plus d'infrastructures sur le territoire et une meilleure répartition de ces dernières par rapport au passé. Ainsi, il convient de mettre en place une politique cohérente et articulée qui prenne en compte le trinôme eau-énergie-territoire.

LES IMPLICATIONS POUR L'EAU DES SCÉNARIOS ÉNERGÉTIQUES MONDIAUX

Pedro Linares

RÉSUMÉ:

Une inquiétude grandissante du secteur énergétique est la manière de faire face à la demande croissante en eau, dans un milieu où l'eau va devenir de plus en plus rare. L'augmentation de la demande mondiale d'énergie va requérir en effet une plus grande quantité d'eau pour la réfrigération des centrales thermiques, la culture de biocarburants ou l'extraction et le raffinage des combustibles fossiles. D'autre part, l'usage intensif des combustibles fossiles contribue de manière significative à un changement climatique qui réduira l'apport en eau dans certains pays et qui, dans

tous les cas, le rendra plus irrégulier. Les objectifs de cette étude visent l'analyse de l'usage de l'eau en fonction des scénarios énergétiques futurs (à partir des évaluations de l'Agence internationale de l'énergie) et l'évaluation des changements dans la demande d'eau pour les usages énergétiques par rapport à l'alimentation hydrique prévue dans le futur pour les différentes régions géographiques. Les résultats donneront de précieuses indications sur la manière dont l'eau peut devenir un facteur déterminant dans les scénarios énergétiques prévus ainsi que sur les mesures qui peuvent être adoptées face aux éventuelles restrictions.

L'AMÉLIORATION NÉCESSAIRE DE L'EFFICACITÉ DANS LA DISTRIBUTION ET L'USAGE DE L'EAU ET DE L'ÉNERGIE

Ricardo Cobacho, Enrique Cabrera et Miguel Ángel Pardo

RÉSUMÉ:

Dans le contexte actuel de pénurie de ressources tant hydriques qu'énergétiques, il est nécessaire de renforcer l'orientation des politiques de gestion en vue d'améliorer leur efficacité et de mettre en place des programmes concrets dans ces deux domaines. Cette étude n'aborde pas néanmoins les deux ressources mais leur rapport et notamment leurs implications dans l'approvisionnement des villes en eau. Ainsi, en suivant l'exemple des actions qui ont été menées à bien en Californie, on propose comme principal objectif de quantifier

cette relation pour l'Espagne et d'obtenir des données correspondantes à chaque étape des différents approvisionnements ainsi qu'un outil de calcul qui facilite la prise de décisions. C'est à partir des résultats obtenus que les lignes directrices les mieux adaptées au futur seront proposées.

MOTS CLÉS:

Eau des villes, énergie, efficacité, gestion de la demande.

L'EAU, L'ÉNERGIE ET LA DURABILITÉ. LES DÉFIS POUR LES PAYS DES CÔTES SUD DE LA MÉDITERRANÉE FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Heikki Willstedt Mesa

RÉSUMÉ:

Tout comme la frontière entre les USA et Mexico, le détroit de Gibraltar sépare très nettement deux réalités qui sont opposées par les différences socioculturelles des deux pays mais aussi par l'écart notoire entre leur développement économique respectif.

Actuellement, les pays de la rive nord et ceux de la rive sud de la Méditerranée ne possèdent pas les mêmes indices de consommation d'énergie et d'eau pour la production des richesses. Un fait remarquable est que les pays du sud présente un taux d'utilisation des ressources hydriques exploitables renouvelables supérieur dans leur ensemble à 107 % et qu'ils ont besoin de 10 fois plus d'eau et de 3 fois plus d'énergie que leurs voisins du nord pour chaque unité de PIB. Le dessalement est une solution qui ne fait qu'aggraver la du-

rabilité des économies de ces pays tout en augmentant leur consommation énergétique et leurs émissions de CO₂.

Selon les scénarios climatiques prévus pour la fin du siècle, la région recevra pour sa part moins de précipitations et subira une augmentation des températures de 3.5°C ; la pression exercée sur ses ressources hydriques va s'accroître considérablement et s'ajouter à celle provoquée par l'augmentation prévue de la population et de la demande correspondante en eau et en énergie.

Face à de tels défis, il est urgent d'établir des politiques régionales de développement qui mettent la gestion durable de l'eau (et de l'énergie) au centre de leurs stratégies de développement si l'on ne veut pas que la capacité de ces pays à améliorer les conditions de vie de leur population diminue, notamment à partir de la deuxième moitié de ce siècle où les effets du changement climatique pourraient être alors dramatiquement tangibles.

LA PRODUCTION DURABLE DES BIOCARBURANTS

Carlos Alberto Fernández López

RÉSUMÉ:

Exiger le respect de conditions de durabilité est devenu un lieu commun dans le débat actuel sur le développement du secteur des biocarburants. Pourtant, le manque d'une interprétation commune sur ce que cela implique est un problème qui risque de porter préjudice à la notion même de durabilité.

En partant de l'interprétation donnée dans la Stratégie espagnole de développement durable et de l'avancement de la rédaction de la proposition de directive relative à l'encouragement des énergies renouvelables, cet exposé veut analyser les aspects qui définissent la production durable des

biocarburants selon les arguments qui soutiennent la position espagnole dans les groupes de travail qui ont été constitués à cet effet dans les institutions européennes.

Il convient de prendre en compte les multiples dimensions de la durabilité qui avec l'aspect environnemental (bilan des gaz à effet de serre, pression exercée sur les ressources hydriques, etc.) englobe toujours l'aspect social et économique (conditions professionnelles ou impacts sur l'économie locale par exemple). Ce n'est que sous cet angle que l'on peut développer des critères et des outils utiles à la société pour atteindre l'objectif qui veut concilier la prospérité économique, le bien-être social et le respect de l'environnement.

LE RÔLE DES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LA SOLUTION DURABLE EAU-ÉNERGIE

Julián Blanco

RÉSUMÉ :

Dans ce contexte de crise énergétique imminente, il est évident que les problèmes d'eau ne vont pas s'arranger. Réciproquement, en raison du rapport étroit entre l'eau et l'énergie, les problèmes de l'eau vont également accentuer les conséquences des problèmes énergétiques. Pour ces mêmes raisons, un environnement énergétiquement durable n'étant évidemment pas envisageable sans une contribution substantielle des énergies renouvelables, une solution soutenable pour le futur de l'eau doit passer par l'introduction de

ces énergies : 85 TW techniquement viables (dont 60 TW correspondent à l'énergie solaire), face à la consommation énergétique globale de l'humanité de 15,18 TW, en 2005. Pour ce qui est de l'énergie solaire, nous constatons curieusement que dans le monde entier ou presque, les endroits touchés par les problèmes et la pénurie d'eau possèdent aussi de hauts niveaux de radiation ; cette coïncidence justifie pleinement le soutien du développement de technologies qui permettent d'utiliser toutes les énergies renouvelables existantes et de résoudre les problèmes énergétiques et hydriques.

LES NOUVELLES APPROCHES ET LES SOLUTIONS EN TECHNOLOGIES DE GÉNÉRATION THERMIQUE (RÉFRIGÉRATION) ET HYDRAULIQUE (MULTI-USAGE, POMPAGES ET FORCE ÉOLIENNE)

Alfredo Cillero

RÉSUMÉ :

L'industrie a toujours utilisé l'eau comme une ressource intarissable mais dans tout procédé de transformation thermique, l'eau est nécessaire en tant que véhicule de transformation d'énergie et comme source ou réserve de chaleur résiduelle du procédé (réfrigération).

Ainsi, il s'avère que sur la quantité d'eau utilisée par l'industrie, les deux tiers de l'eau usagée générée proviennent de la réfrigération des procédés ; cette eau, après avoir été en partie épurée retourne dans son milieu, plus ou moins dégradée et en moindre quantité en raison des fuites ou de l'évaporation.

Au cours de la génération hydraulique, on utilise l'eau comme véhicule de transformation de l'énergie stockée en énergie électrique mais l'eau étant un bien de plus en plus rare, des interférences apparaissent entre les besoins d'approvisionnement des populations et le besoin de génération d'énergie. Cette interférence est de plus en plus tangible au fur et à mesure que la population augmente, exigeant une plus forte demande d'eau et d'énergie.

Ce modèle a besoin d'être révisé face à l'exigence de réduire la consommation dans un scénario croissant de population qui incitent les propositions les plus réalistes et à la portée technologique immédiate à se baser sur l'application de politi-

ques d'économie par le biais de l'amélioration de l'efficacité énergétique croissante, la réutilisation de l'eau, des politiques définies comme « zéro rejet » (ZLD), la réutilisation et l'épuration des eaux de procédés et domestiques. Les technologies de développement suivantes s'alignent sur cette voie :

- Efficacité énergétique : cycles combinés plus efficaces (> 60 % rendement), chaudières à charbon très critiques et hypercritiques en phase de développement, capture de CO₂.
- Réduction de la consommation d'eau, réfrigération sèche, emplacements énergétiques dans les zones côtières, réfrigération en cycle ouvert ou par des tours à eau de mer.
- Réutilisation de l'eau par le biais de procédés de microfiltrage et osmose inverse pour atteindre le « zéro rejet » (Zero Liquid Discharge).

Il faut ajouter à cela une politique de réduction de la dépendance envers les combustibles fossiles face à l'augmentation des énergies renouvelables (éolienne et hydraulique essentiellement). L'Europe envisage pour 2020 un possible approvisionnement avec 20 % d'énergies renouvelables pour satisfaire la demande d'énergie électrique. Elle prévoit pour ce faire l'augmentation de la génération électrique par éolienne et la mise à profit des ressources hydrauliques disponibles ainsi que des solutions mixtes de génération, dont les installations de pompage et des projets de stations éoliennes/hydrauliques en couplage comme celle de l'île del Hierro aux Canaries.

LES ACTIONS DE R+D+I DANS L'INTERRELATION EAU-ÉNERGIE

Milagros Couchoud

RÉSUMÉ :

Les actions de R+D+i dans l'interrelation Eau-Énergie visent un même objectif : atteindre le développement et le cadre technologique nécessaire pour réduire la consommation d'eau dans le système énergétique et diminuer l'utilisation d'énergie pour l'approvisionnement en eau. Il s'agit par conséquent de créer une nouvelle Économie du binôme Eau-Énergie, selon les politiques qui sont mises en place en matière d'efficacité, de durabilité et de régulation environnementale au sein de l'Union européenne et dans d'autres pays du monde.

Pour atteindre un tel objectif, il faudra relever les défis de R+D+i qui nous empêcheront de nous enfermer dans des modèles technologiques obsolètes. Nous devons miser sur des technologies durables du point de vue énergétique qui optimisent les besoins en eau et encourager les technologies orientées vers l'économie d'énergie sur chaque litre d'eau qui rentre dans le cycle d'approvisionnement.

Un bon exemple est la plate-forme solaire d'Almería qui appartient au CIEMAT où des projets de recherche et de développement technologique sont développés comme la détoxification solaire des eaux usagées ou le dessalement solaire de l'eau de mer. Du point de vue énergétique, il existe d'autres propositions comme la centrale hydroélectrique de Cortes-La Muela (Valencia) ou la construction d'une nouvelle centrale à cycle combiné à Malaga, réfrigérée par des eaux régénérées provenant de la station d'épuration de Guadalhorce.

Cependant, il reste encore beaucoup de progrès à faire. Les actions de R+D+i dans l'interrelation Eau-Énergie devront être orientées vers l'analyse des besoins énergétiques et hydriques de notre pays, la recherche de solutions technologiques, l'amélioration de la gestion et de l'efficacité, l'optimisation des ressources et en définitive vers la mise en oeuvre de stratégies nécessaires qui nous permettront de relever le grand défi du XXI^e siècle.

L'UTILISATION DES ÉNERGIES RENOUVELABLES POUR MINIMISER L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DU RAPPORT ÉNERGIE-EAU ET L'UTILISATION DE L'HYDROGÈNE EN TANT QUE RÉSERVE ÉNERGÉTIQUE

Luis Carlos Correas Usón et Carlos Javier Navarro Espada

RÉSUMÉ :

L'hydrogène se profile comme un nouveau vecteur énergétique complémentaire de l'électricité et remplaçant les combustibles fossiles dans le transport même si l'évolution technologique et les investissements en infrastructures lors de la prochaine décennie détermineront le pourcentage de chaque vecteur dans le panorama énergétique futur. Son importance réside dans le fait qu'il pourrait être le seul combustible alternatif capable d'approvisionner les parcs de transport grâce à sa capacité de génération.

La génération de l'hydrogène pour satisfaire les critères de durabilité devrait utiliser des sources renouvelables propres, n'émettant aucun gaz à effet de serre, d'où l'importance d'une combinaison adaptée avec la génération d'électricité renouvelable. L'eau étant la matière première à utiliser dans la fabrication de l'hydrogène, les implications sont

d'autant plus importantes, mettant en rapport le cycle de l'eau avec le cycle de l'hydrogène en tant que vecteur énergétique.

De même, la réflexion sur l'utilisation croissante en termes absolus et relatifs de sources renouvelables dans la génération électrique entraîne le besoin d'une capacité, supérieure et peut-être différente, d'adaptation à la demande et de production d'énergie électrique, y compris des solutions de stockage. L'hydrogène peut jouer alors un rôle important dans certaines applications liées aux énergies renouvelables.

Enfin, le remplacement progressif des technologies basées sur les combustibles fossiles par l'hydrogène implique un changement dont l'ampleur exige une vision stratégique à long terme qui engage les administrations, les citoyens, les entreprises mais qui apparaît progressivement dans le monde entier.

L'EAU ET L'ÉNERGIE SELON LA PERSPECTIVE DE L'ANALYSE ÉCONOMIQUE

Diego Azqueta

RÉSUMÉ :

L'analyse économique a été fondamentale dans la rationalisation d'un aspect essentiel à la vie, celui de la production et de la distribution de l'énergie. À l'aide d'échantillonnages d'émissions et des modèles de dispersion, on a pu faire progresser la rationalisation des décisions relatives à comment, où et combien d'énergie électrique produire, en fournissant une évaluation monétaire des impacts sociaux et environnementaux liés à chaque solution possible du problème. La méthodologie externe ou les modèles de monde uniforme constituent les meilleurs exemples de ces efforts. Le cas de l'eau est parallèle : essentielle à la vie, elle a également besoin d'être produite et distribuée à

partir de ressources rares. D'autre part, la production d'énergie et d'eau est fortement liée à la géographie. Par conséquent, il est nécessaire d'analyser l'efficacité économique qui se base également sur une production, une distribution et une utilisation plus efficaces de l'eau. La notion « d'eau virtuelle » ainsi que l'évaluation économique des services environnementaux et sociaux de la ressource hydrique fournissent un bon point de départ. Lorsqu'on constate que l'eau joue finalement un rôle important direct et indirect dans la production d'énergie et que l'énergie est un élément pratiquement indispensable dans la production et la distribution de l'eau, le besoin d'une analyse coût/bénéfice intégral et global s'impose inévitablement.

L'EAU ET L'ÉNERGIE DANS LA POLITIQUE ÉCONOMIQUE

Juan Gradolph

RÉSUMÉ :

L'eau et l'énergie sont les deux ressources naturelles essentielles au développement économique durable. Elles possèdent des caractéristiques importantes : leur quantité limitée et leur importance sociale. En Espagne, l'eau et l'énergie conditionnent les décisions économiques qui sont prises dans l'agriculture, le développement urbanistique, le tourisme ou l'industrie. La gestion de l'eau et de l'énergie représentent un défi pour les gestionnaires publics qui doivent décider du bon niveau de

protection des consommateurs mais aussi fixer un taux de consommation efficace qui garantit la durabilité de la ressource. L'indice des prix du marché peut être sujet à des variations et il peut parfois être méconnu. La politique économique possède des instruments pour qu'une fois le caractère essentiel de l'eau et de l'énergie retiré, les agents disposent d'un indice de prix pour prendre une décision efficace quant au niveau d'exploitation, de consommation et d'investissement et garantir la durabilité de la ressource et le bien-être de la société.

LES SCÉNARIOS DE L'EAU DANS LES AFFAIRES

Jürg Gerber

RÉSUMÉ :

Sans eau, il n'y a pas d'affaires. Les entreprises doivent être conscientes et comprendre les conditions de l'eau qui existent dans le domaine local pour prendre les décisions opportunes. On commence maintenant à comprendre ce que représente l'eau dans la vie (nourriture, énergie, transport, nature, loisirs, identité, culture, normes sociales) et virtuellement tous les produits utilisés au quotidien. Dans un contexte de croissance de la population et de développement économique qui encourage la croissance de la demande pour différents indices de satisfaction, la pleine valeur de l'eau suscite l'intérêt croissant de tous. La pénurie incite souvent à une meilleure gestion des ressources.

Pour certaines affaires, ce rapport signifie de nouvelles opportunités économiques pour disposer d'une quantité d'eau suffisante, faire face à la demande ou pour trouver des solutions qui améliorent

la qualité de l'eau et l'efficacité d'utilisation ou de mise à profit. Pour d'autres, c'est un bilan plus sévère sur la manière dont eux-mêmes, leurs chaînes de distribution et leurs marchés accèdent et utilisent l'eau, sans compter les nouvelles menaces qui planent sur leurs affaires dans une telle concurrence.

Le Conseil mondial des affaires pour le développement durable (WBCSD) a compilé des expériences réussies dans le domaine de la gestion de l'eau, des alliances ou des associations et l'approvisionnement de services en eau des populations les plus défavorisées, dès la création de son premier groupe de travail sur l'eau en 1997. En 2004, le groupe d'entreprises du WBCSD que nous représentons a décidé de redoubler ses efforts collectifs pour aider les entreprises à comprendre pourquoi elles devaient se pencher sur la question de l'eau et ce qu'elles pouvaient faire en la matière.

LA CONNEXION EAU – ÉNERGIE – GAZ À EFFET DE SERRE

Gary Klein

RÉSUMÉ :

En 2005, la Californie a commencé à étudier sérieusement les rapports existants entre l'eau, l'énergie et les effets de serre dans son état. En économisant de l'eau, on économise de l'énergie. En économisant de l'énergie, on économise de l'eau qu'il s'agisse de tours de réfrigération d'immeubles ou des usines thermoélectriques qui utilisent l'eau pour la réfrigération. Les économies en Californie du sud sont supérieures à celles de Californie du nord, en raison du surcoût énergétique qui correspond à l'importation de l'eau. Économiser de l'eau qui est utilisée en plein air est une bonne chose (pompage, traitement et distribution), économiser de l'eau utilisée à l'intérieur est mieux (absence de retrait de déchets, de traitement et de déversement) et économiser de l'eau chaude

est encore mieux (ne pas utiliser d'énergie pour chauffer de l'eau). Les objectifs sont les suivants :

1. Comprendre l'ampleur de la connexion entre l'eau, l'énergie et les gaz à effet de serre en Californie. Comprendre la variabilité de ce rapport dans différentes régions de l'état. Étendre le débat vers d'autres régions du pays (États Unis d'Amérique).
2. Identifier les synergies de cette connexion pour en faire une priorité des programmes communs aux agences de l'eau et de l'énergie.
3. Débattre les programmes et les politiques qui permettent d'améliorer de manière simultanée l'efficacité de la connexion existante entre l'eau, l'énergie et les gaz à effet de serre.
4. Diffuser les implications de l'analyse réalisée dans l'état de Californie dans le reste des États Unis et les autres pays.

LA SÉCURITÉ ÉNERGÉTIQUE ET CLIMATIQUE POUR L'EUROPE ET LES AUTRES RÉGIONS DU MONDE

A. Battaglini, J. Lilliestam et A. Haas

RÉSUMÉ :

L'augmentation des besoins énergétiques et les menaces qui surgissent du changement climatique imposent de nouveaux défis inattendus pour le système énergétique actuel. Il faut un changement essentiel vers une économie sans charbon pour atteindre la sécurité énergétique et climatique. L'Europe s'est engagée à réduire ses émissions à 20 % d'ici à 2020, à avoir 20 % d'électricité issus des sources renouvelables d'énergie et à contribuer à ne pas dépasser une hausse de 2° C quant à l'augmentation moyenne de la température générale, en prenant comme référence les niveaux pré-industriels. Afin d'atteindre de tels objectifs, l'Europe a besoin de développer et de mettre en place des politiques qui encouragent la transition vers un système électrique basé uniquement sur

les énergies renouvelables. Parmi les différentes options qui ont été prises en compte, on envisage de relier l'Europe à l'Afrique du nord par des lignes à haute tension (HVDC) transportant de l'énergie issue de sources d'énergie renouvelables. Pour les débats qui visent un accord après 2012, il est important que l'Union européenne et ses partenaires intéressés proposent un plan ambitieux qui allie un meilleur usage des énergies renouvelables au sein de l'Union européenne à une perspective de coopération vers des pays en voie de développement ; cela permettrait d'assurer la sécurité énergétique et la réduction des gaz à effet de serre dans les deux régions, tout en représentant un stimulant pour développer et appliquer des technologies et des instruments qui peuvent jouer un rôle important à l'échelle mondiale.

LES INTERACTIONS EAU-ÉNERGIE: UNE APPROCHE DES ENJEUX AUX DIFFÉRENTES ÉCHELLES

Jean-François BONNET

RÉSUMÉ:

Ce document propose une présentation générale des couplages eau-énergie et une analyse rapide des enjeux associés. Il fait référence à différents travaux scientifiques et techniques menés ou suivis depuis 1998 en relation avec le sujet, à l'université Bordeaux 1 et au Trefle. Différents résultats sont empruntés au travail de thèse de X. Goossens sur les questions énergétiques en irrigation, et à plusieurs travaux en commun. Sur la question « eau et bioénergies », il fait également référence au travail en cours sur l'étude prospective CLIP « eau et biocarburants 2030 en France », conduite en collaboration avec D. Lorne (IFP).

L'objectif de la présentation est d'apporter un éclairage général sur les interactions eau-énergie dans le développement à partir d'une approche aux différentes échelles : globale, régionales/nationales, et locales. La méthode repose sur :

- l'identification des principaux lieux de couplage eau-énergie,
- la description physique des processus, des systèmes et des flux impliqués,
- l'évaluation quantitative en ordres de grandeur
- l'étude de cas concrets pour compléter l'analyse, notamment aux échelles locales.

La première partie de la présentation situe les chiffres repère des couplages dans la production électrique, l'hydroélectricité, et l'approvisionnement

en eau. Les couplages sont étudiés pour quelques pays développés (France, Etats-Unis) ou en développement (Inde, Chine). L'étude du cas de la ville de Jaïpur (Inde) permet de comparer les coûts énergétiques de l'approvisionnement en eau, selon différentes alternatives (1. cas de base, 2. transport longue distance, 3. gestion partagée des ressources locales avec l'irrigation).

La seconde partie concerne l'eau et la production de biomasse. L'étude des flux énergétiques dans le système alimentaire mondial permet de situer à l'échelle globale les ordres de grandeur, les rendements, et le taux de consommation des ressources végétales. Les biomasses exploitées mobilisent environ 20% du flux d'évaporation total des continents. Les processus de base dans la mobilisation de l'eau (évapotranspiration, bilan hydrique) sont décrits brièvement et les valeurs comparées pour quelques cultures représentatives. En conclusion, le développement des bioénergies doit être abordé dans une vision de système global.

Une partie des résultats provient de travaux avec X. Goossens, et avec D. Lorne.

MOTS CLÉS:

Couplages eau-énergie, développement, énergie pour l'approvisionnement en eau, eau et bio-énergie, énergie alimentaire.

Semaine Thématique 10

NOUVELLES SOURCES D'EAU

[Réutilisation et Dessalement]

Document de mise en demeure

Coordinateurs généraux

Ángel Cajigas. Directeur Général de l'Association Technologique pour le Traitement de l'Eau (ATTA).

Miguel Torres. Centre d'Etudes et d'Expérimentation des Travaux Publics (CEDEX).

CONSIDÉRATIONS PRÉALABLES

Les périodes ou les situations dans lesquelles les ressources hydriques disponibles ne sont pas suffisantes pour répondre aux demandes sont de plus en plus fréquentes.

Cela est dû à la conjugaison de causes de diverses natures qui ne permettent pas d'être optimiste, surtout lorsqu'elles sont toutes réunies sur une période donnée.

Il y a réellement moins de ressources naturelles parce que les conditions climatologiques sont de plus en plus souvent adverses dans certaines zones, ce qui a pour effet que certains territoires sont condamnés à subir une réduction notable des apports hydriques qui s'accroîtra de manière prévisible en conséquence du changement climatique. L'ONU estime que les pluies se réduiront entre 20 et 25% dans la zone méditerranéenne au cours des prochaines décennies et on prévoit que le stress hydrique pourrait affecter 30% de la population mondiale en 2025.

Sur ce point, le seul espoir qui nous reste est que la réalité contredise la prédiction.

Par ailleurs, le facteur environnemental ne joue pas non plus en faveur de la disponibilité des ressources hydriques, non seulement à cause de leur qualité inappropriée qui, dans certains cas, rend inutilisables les masses d'eau contaminées, mais aussi parce que, compte tenu de la nouvelle politique européenne, dont l'axe central est une plus grande protection des écosystèmes, l'impératif de

maintenir les débits en cours, en tant qu'objectif environnemental, réduira les possibilités de leur usage pour la consommation. C'est dire que du côté de l'offre nous nous trouvons face à une réduction des ressources utilisables.

Par conséquent, du côté de la demande, nous sommes confrontés à des besoins plus importants pour satisfaire une population plus grande, concentrée qui plus est dans des zones littorales où les ressources, justement, sont plus menacées et soumises, d'autre part, à des pointes stationnaires qui empêchent parfois d'offrir les garanties d'approvisionnement exigibles.

Si l'on en conclut que nous vivons dans un modèle basé sur la consommation, où la culture des loisirs, qui contribue à la croissance économique d'une région donnée, entraîne une plus grande consommation d'eau, nous nous trouvons donc en face d'un scénario de demandes croissantes alors que nous disposons de moins en moins de ressources hydriques.

Une fois établi le diagnostic, quelle pourrait être la thérapie ?

Le Forum Mondial de Mexico en 2006 a conclu que si globalement il n'y a pas de pénurie d'eau cela signifie que c'est la crise de gouvernance qui rend perceptible le déficit de ressources. Et d'insister sur le fait qu'il n'y a pas de problème d'eau dans le monde mais une mauvaise gestion, et dans certains cas une absence totale de gestion.

Doit-on accepter cette conclusion comme un paradigme sans plus ?

Ce serait acceptable comme une demi-vérité. Car comment comprendre l'absence de gestion dans un pays où les différences de pluviométrie d'une région à l'autre varient de 1 à 5 et où les possibilités de transfert des débits pour diverses raisons sont de plus en plus difficiles ?

En revanche, on comprend facilement que gérer l'abondance ou gérer la pénurie n'est pas la même chose. Il suffit de jeter un coup d'œil sur le centre et le nord de l'Europe. Ce n'est pas pour rien que l'Espagne est le pays européen qui possède la plus grande capacité de production d'eau dessalée et régénérée.

Nous nous trouvons donc face à deux grands défis :

- L'amélioration de la qualité des masses d'eau
- Une plus grande disponibilité des ressources hydriques

La vulnérabilité des rivières face aux déversements contaminants nous oblige à prendre des mesures correctrices afin de minimiser l'impact environnemental et d'augmenter la capacité d'usage de l'eau grâce à des systèmes de collecte et de traitement des eaux usées.

L'Espagne, suite à la mise en œuvre du Plan National d'Épuration, a atteint un haut degré de traitement de ses déchets (>80% de l'épuration de plus de 3500 hm³/an) en produisant une amélioration notable des indices qualitatifs de l'eau.

Un nouveau Plan d'Épuration va remplacer l'antérieur pour faire face à de nouveaux défis, parfois technologiques et parfois dérivés d'une plus lourde charge organique due à l'augmentation de la population.

Si l'on vise une plus grande disponibilité des ressources nous devons prendre des mesures de nature différente.

Pour ce qui est de la demande, il faudra continuer d'améliorer l'efficacité des systèmes hydrauliques de stockage, de distribution, etc., en limitant les fuites. Il faut poursuivre le plan de modernisation des terres irriguées afin de mieux utiliser l'eau et de réduire sa consommation à l'hectare. Enfin, il faudra économiser l'eau au niveau des consommateurs individuels ou collectifs.

Ces mesures, pour la plupart en vigueur, permettent sans aucun doute de réaliser des économies d'eau conséquentes mais, si elles sont nécessaires, elles n'en sont pas pour autant suffisantes.

Si elles ne le sont pas, et en tout état de cause elles ne semblent pas l'être, que pouvons-nous proposer du côté de l'offre ?

Là où les ressources naturelles sont déficitaires parce que les eaux de surface en période de sécheresse ne sont pas suffisantes et parce que les eaux souterraines, pour des raisons tantôt d'ordre qualitatif, tantôt d'ordre quantitatif, ne fournissent pas non plus les ressources nécessaires, sous peine de les réduire à la condition peu enviable de surexploitées ou d'épuiser des ressources non renouvelables. Face aux difficultés que posent des transferts en provenance d'autres bassins, il ne nous reste plus qu'à explorer les possibilités qu'offrent les technologies pour obtenir de nouvelles ressources hydriques, de nouvelles sources d'eau qui seront comme des ressources complémentaires qui, très certainement, favoriseront une gestion de l'eau meilleure et plus durable.

Les nouvelles sources d'eau sont :

- Des Eaux Régénérées provenant en général d'un traitement plus avancé des eaux usées déjà épurées.
- Des Eaux par Dessalement de l'eau de mer ou des eaux saumâtres

Les eaux régénérées peuvent être réutilisées pour différents usages qui vont de l'arrosage agricole le moins restrictif, pour lequel une moindre qualité suffit, à des usages de type urbain ou en contact avec l'homme qui peuvent se contenter d'une qualité moins exigeante, en passant par des usages émergents comme le lavage des rues ou l'arrosage des terrains de golf sans oublier des usages de type environnemental qui seront largement assimilés dans le futur. Tous ces usages et le degré de qualité exigé dans chaque cas sont régulés par le Royal Décret récemment approuvé et qui établit le régime juridique de la réutilisation des eaux épurées.

De son côté, le dessalement permet d'obtenir une eau de grande qualité en partant d'une ressource illimitée comme l'eau de mer, en principe

indépendante des conditions climatologiques, et, dans les limites de l'innovation technologique, il s'avère compétitif pour l'approvisionnement public. Il s'agit d'une ressource complémentaire, qui doit s'entendre comme un complément à d'autres ressources naturelles et qui, dans certaines zones précises ou dans des conditions particulières de déficit, peut se convertir en une alternative évidente.

Aussi bien la régénération des eaux, en vue de leur réutilisation, que le dessalement de l'eau de mer ou de l'eau saumâtre sous-entendent l'application de technologies suffisamment fiables et à l'efficacité démontrée, qui doivent nous permettre de considérer ces options comme des solutions viables et réalisables à chaque fois qu'il faut faire face aux défis que nous lance toute situation de crise de l'eau.

Par conséquent, et sans accepter que le manque d'eau se convertisse en un facteur limitatif du développement durable, il faut promouvoir l'impulsion des technologies de traitement de l'eau avec leur double fonction d'amélioration de la qualité et d'augmentation de sa disponibilité.

Il faut donc renforcer la gestion de la demande par des éléments d'offre hydrique parfaitement compatibles avec les nouveaux objectifs que vise la politique européenne de l'eau.

“Un usage plus efficient de l'eau basé sur une stratégie de la demande (en limitant sa croissance)

qui empêche de gaspiller les rares ressources (pas toujours de bonne qualité) en limitant les pratiques abusives dans l'usage de l'eau”.

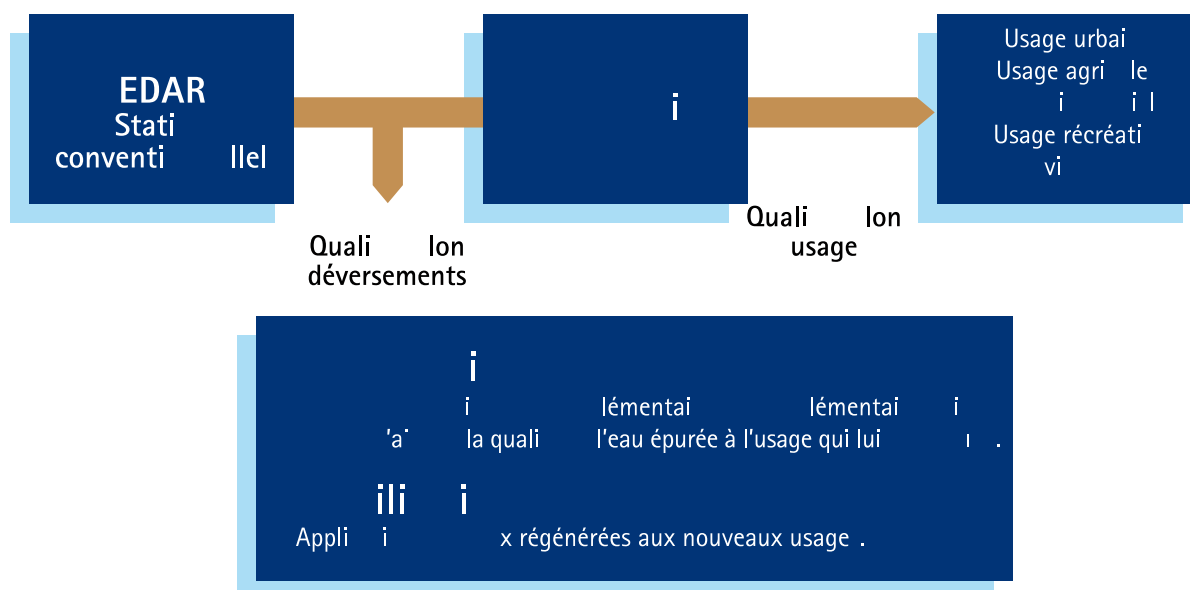
RÉUTILISATION

La réutilisation des eaux usées régénérées est une pratique qui a fait ses preuves en Espagne, principalement dans l'arrosage agricole depuis plus de trente ans, les Iles Canaries et le sud-est péninsulaire étant les zones où on l'a le plus appliquée, à cause du déficit de ressources naturelles, et le plus développée dans les dernières années, dans un souci de gestion durable qui s'inspire du principe de la Directive Cadre sur l'Eau. Elle permet:

- D'augmenter les ressources existantes là où l'alternative des eaux épurées est leur déversement dans la mer
- D'améliorer la gestion des ressources hydriques en produisant des eaux de meilleure qualité pour des usages qui le nécessitent (approvisionnement)
- De garantir la fiabilité et la régularité

Deux éléments clés doivent régir la pratique de la réutilisation:

- Garantie et fiabilité liées au concept de quantité et par conséquent de disponibilité de la ressource



- Risque sanitaire lié au concept de qualité

Cela étant dit, les forces mêmes se convertissent en faiblesses lorsque nous sommes incapables de tirer parti au maximum de leurs possibilités.

Toutes les eaux épurées ne peuvent pas être réutilisées, car il faut assurer un certain retour aux cours récepteurs afin, dans certains cas, de garantir les débits minimaux et, dans d'autres, de faire face à des concessions existantes.

Il faut répéter constamment qu'il y aura plus de possibilités de réutilisation quand les eaux épurées iront à la mer et cette garantie de la ressource sera liée, par conséquent, à la zone même de production de cette ressource.

Il existe par ailleurs des limitations à la réutilisation très liées au concept de qualité.

- Risque sanitaire non seulement par rapport aux consommateurs mais aussi aux usagers de l'eau régénérée.

- Excès de salinité comme conséquence, généralement, de la qualité de l'eau d'approvisionnement ou d'une intrusion massive dans le réseau de collecteurs.

L'objectif de la Réglementation récemment approuvée par le Ministère de l'Environnement est de réguler l'usage des eaux épurées en précisant la qualité exigible selon les usages prévus ainsi que les contrôles nécessaires qui doivent être effectués pour assurer un fonctionnement dans les règles.

La qualité de l'eau régénérée est très variable et se trouve parfois non conforme aux critères de qualité, ce qui lui fait perdre sa fiabilité et engendre la méfiance parmi les usagers et, sur ce point, l'aspect esthétique (y compris l'odeur) joue un rôle fondamental, de manière à ce que les responsables de l'arrosage, les gestionnaires d'un terrain de golf ou les clients des usages industriels ne soient pas disposés à accepter des eaux usées inadéquatement régénérées, encore moins s'il s'agit d'un échange ou d'une substitution de ressources.

C'est pourquoi la garantie et la fiabilité sont conditionnées par les usagers mêmes, qui doivent sentir si les eaux régénérées respectent bien les critères qualitatifs et surmonter ainsi l'éventuel effet psychologique adverse.

Et c'est là que les opérateurs des stations d'épuration et de régénération, l'administration hydraulique compétente, les technologues et aussi les usagers doivent être rigoureux autant dans le suivi des programmes de contrôle que dans le respect des normes de qualité et des codes de bonnes pratiques.

C'est seulement ainsi que l'on pourra réellement considérer les eaux régénérées comme une ressource complémentaire ou alternative et, en définitive, une "nouvelle source d'eau de distribution".

LA RÉUTILISATION EN ESPAGNE

Si l'on se réfère à une réutilisation directe et planifiée, il faut remonter aux années soixante, lorsque la construction des premières stations d'épuration dans les Iles Canaries a permis de fournir de l'eau pour l'irrigation des cultures, des terrains de golf, des zones de jardins etc., sur un territoire caractérisé par son déficit de ressources hydriques, et a pratiquement coïncidé dans le temps avec les premières stations de dessalement d'eau de mer.

Peu de temps après, les eaux usées épurées sont appliquées à l'irrigation des cultures dans la zone méditerranéenne de Murcie, Alicante et Almeria, ce qui fut le point de départ pour des projets ultérieurs plus ambitieux tout le long et sur toute la largeur de la bande côtière, de telle sorte qu'une grande partie des eaux épurées ne sont pas déversées par des émissaires sous-marins, étant soumises à une forte pression de la part de certains usagers, pour une application fondamentalement dans l'arrosage agricole et des terrains de golf.

Cela dit, plus la pratique de la réutilisation se généralise, et plus l'élaboration d'un cadre réglementaire qui régule son usage devient nécessaire.

Quand les usages des eaux épurées commencent à s'étendre à l'arrosage des parcs et jardins publics, au nettoyage des rues, à des usages à objectifs environnementaux ou à la réinjection des aquifères, et devant les risques potentiels liés à la consommation de produits crus arrosés à l'eau épurée, il apparaît indispensable de promulguer une

Critères de qualité pour la Réutilisation des Eaux Selon les Usages

	Qualité exceptionnelle	Qualité I	Qualité II	Qualité III
E coli	0/absence	100 UFC/ 100 ml	1000 UFC/ 100 ml	10000 UFC/ 100 ml
Solides en suspension	10 mg/l	20 mg/l	35 mg/l	35 mg/l
Nématodes Intestinaux	1 œuf/10l	1 œuf/10l	1 œuf/10l	1 œuf/10l
Turbidité	2 UNT	10 UNT	Ne fixe pas	
Observations	Tours de réfrigération MES <5 Turbidité <1	Pour arrosage des parcs et lavage des rues E. coli < 200 UFC/100 ml		Turbidité 15 UNT pour des eaux de processus
Usages	• Arrosage jardins privés • Tours de réfrigération • Recharge des aquifères par injection	• Arrosage des cultures (consommation crue et contact direct) • Terrains de golf • Arrosage parcs et jardins • Lavage des rues	• Arrosage des cultures (contact direct consommation non crue) • Eaux de processus et de nettoyage dans l'industrie alimentaire • Recharge des aquifères percolation • Arrosage pâturages	• Arrosage des cultures industrielles, pépinières, ligneux, fleurs, etc. • Eaux de processus et de nettoyage • Etangs et masses d'eau sans accès public

Royal Décret 1620/2007 par lequel est établi le régime juridique de la réutilisation des eaux épurées

norme régulatrice dont la base juridique se trouve déjà implicitement dans la propre Loi sur les Eaux lorsqu'elle indique que "le Gouvernement fixera les conditions de base de la réutilisation des eaux".

Dans le temps qui a séparé la Loi sur les Eaux et la promulgation définitive du Royal Décret de Réutilisation, nombreux ont été les projets d'épuration des eaux usées qui ont incorporé des traitements de régénération qui ont permis d'obtenir une eau de grande qualité, parfaitement compatible avec la majorité des usages prévus, même les plus exigeants, comme le démontrent l'application innovante de systèmes de membranes dans beaucoup d'installations, l'emploi généralisé de systèmes de désinfection au rayons ultraviolets, etc.

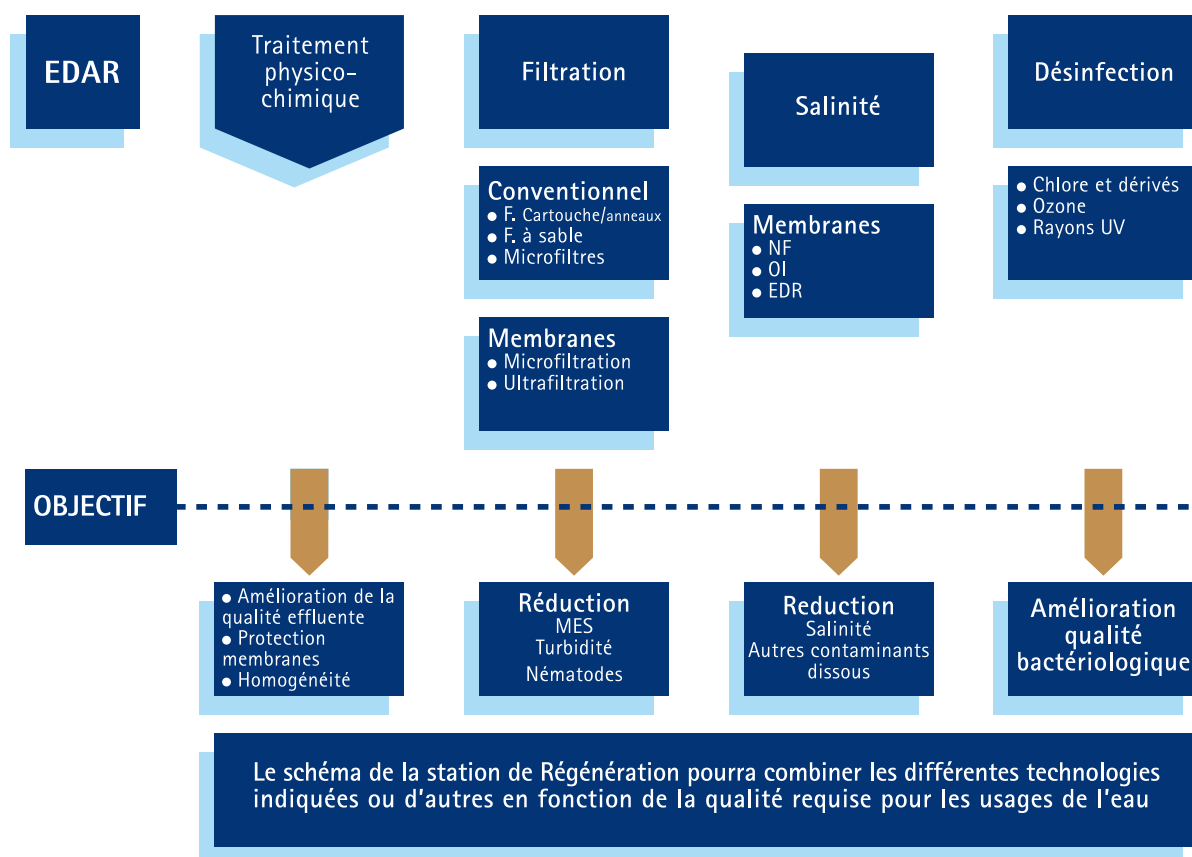
Du point de vue de la législation, c'est le risque sanitaire qu'il s'agit de réduire, réservant les paramètres de type agronomique à une norme ou une recommandation sectorielle.

C'est pour cette raison qu'on a établi des critères de qualité pour les paramètres microbiologi-

ques, ou pour ceux dont la réduction permet une meilleure efficacité des systèmes de désinfection. Les solides en suspension, la turbidité (pour son rapport avec la présence de virus), les nématodes intestinaux et les *Escherichia coli* sont les indicateurs qui ont été choisis pour classer l'eau selon les différents usages, suite à une longue période d'analyse et de débat. Mais si l'on considère le fait que des usages particuliers requièrent des contrôles également particuliers il faut prendre en compte d'autres indicateurs complémentaires comme la salmonellose (en fonction du plus grand ou du moindre risque d'aérosolisation), des nutriments à usages environnementaux, etc.

Si l'on s'arrête sur le critère des E-coli on remarque que les limites imposées vont de zéro ou absence totale à 10.000 UFC/100ml, attribuant les valeurs les plus rigoureuses à des usages pour lesquels il y a une forte probabilité de contact humain avec l'eau, avec l'ambition de les réduire à zéro.

TRAITEMENTS DE RÉGÉNÉRATION



Dans tous les cas, les technologies multi-barrière et les systèmes de désinfection permettent de garantir les rendements suffisants pour rendre compatibles à chaque fois l'usage et la qualité bactériologique.

Il y a actuellement en Espagne une capacité de régénération des eaux épurées de 450-500 hm³/an, ce qui représente 13% du total des eaux épurées, en précisant cependant que des Communautés comme celles de Murcie ou Valence sont très au-dessus de ce pourcentage.

Bien évidemment, comme on l'a déjà précisé auparavant, toutes les eaux épurées ne sont pas susceptibles d'être réutilisées et les usagers n'ont pas besoin toute l'année des mêmes débits, qui dépendent, en plus, de la climatologie, mais il est vrai, également, que des erreurs de planification ont été détectées et parfois un manque de garanties de la qualité, ce qui a entraîné la non acceptation des eaux régénérées.

Le Plan actuellement mis en œuvre pour augmenter les eaux régénérées à 1000-1200 hm³/an doit prendre en compte ces considérations en identifiant les projets et leurs besoins, les usages, les technologies applicables, leur coût d'exploitation et, surtout, doit prendre les mesures d'incitation suffisantes qui garantiront un bon accueil de la part des usagers potentiels.

LE DÉFI DU FUTUR

D'après les estimations faites par différentes études publiées par l'ONU et par d'autres organisations, on ne peut guère être optimiste quant à l'avenir, car les perspectives qui s'offrent à nous se distinguent surtout par leur incertitude concernant les ressources hydriques.

Par conséquent, et en marge d'une réflexion indispensable sur les modèles de développement,

toutes les alternatives en matière d'eau vont être nécessaires, de l'idée d'interconnexions plus ou moins lointaines à une meilleure gestion des ressources souterraines, l'emploi de cultures ou des pratiques d'arrosage qui consomment moins d'eau, et aussi la prévision de systèmes technologiques qui permettra de nouvelles ressources, lesquelles seront une garantie de distribution pour les ressources dites conventionnelles.

L'heure actuelle, la réutilisation des eaux régénérées comme le dessalement représente un pourcentage très faible (2-3%) de la consommation totale d'eau, mais il ne fait aucun doute que dans les zones du littoral méditerranéen, où les pourcentages sont déjà plus élevés, elle tendra à augmenter dans le futur.

Dans l'optique de la régénération des eaux épurées, l'application des technologies de membranes signifie une amélioration considérable de la qualité des eaux, qui autorise n'importe quel usage mais suppose aussi des coûts plus importants.

C'est pourquoi l'innovation technologique doit chercher des systèmes énergétiquement durables et à des coûts compétitifs.

Il faut impulser les projets de démonstration qui analysent la viabilité d'un point de vue tant technique et économique que social et environnemental, sans négliger quelque usage que ce soit.

On propose comme exercice pratique l'analyse de viabilité de l'usage potable indirect, comme cela s'est fait en Californie et en Australie, deux bons exemples sur lesquels s'appuyer pour affronter dans le futur la pénurie des ressources hydriques.

CONSIDÉRATIONS FINALES

- La planification est un élément clé du succès de la réutilisation qui doit, entre autres choses, identifier les usagers potentiels.
- Jusqu'où le marché et/ou le stress hydrique doivent conditionner les usagers potentiels pour qu'ils utilisent les eaux régénérées.

Gestion du risque dans l'usage des eaux régénérées, risque zéro face à un risque assumable.

- La salinité comme élément limitatif de la réutilisation doit être prise en compte même si, en tant que condition agronomique, elle n'est pas incluse dans la réglementation.
- Dans le cadre d'une gestion durable des ressources hydriques, il faut mettre l'accent sur la rationalité de la demande et l'optimisation de l'offre. La réutilisation joue ici un rôle clé, même en tenant compte de ses limitations.
- La plus grande menace pour la pratique de la réutilisation sont les variations de qualité et les manques de garanties qui engendrent une méfiance des usagers.
- Les eaux régénérées peuvent être une source complémentaire ou alternative par rapport aux ressources naturelles et, en tant que telles, doivent être envisagées dans la gestion des ressources disponibles.
- L'impulsion ou le développement de l'échange des ressources disponibles rendra inévitable la recherche de stimulants pour les usagers.
- Les administrations hydrauliques doivent jouer un rôle prépondérant dans l'ordonnance des eaux régénérées.
- Il est indispensable de rendre la réutilisation attractive et de mettre en valeur la capacité de la ressource même.

DESSALEMENT

L'eau pure ne se trouve pratiquement pas dans la nature. Ce que l'on appelle communément l'eau est en réalité le produit d'une dissolution de divers sels dans l'eau. Dessaler signifie donc séparer les sels et l'eau qui forment la dissolution.

Le vieux rêve de l'homme de pouvoir exploiter l'eau de mer est devenu réalité avec le développement de la technologie de dessalement. Même si cela semble exagéré, ce nouveau traite-

ment de l'eau convertit l'eau de mer en ressource hydrique, qu'il faut intégrer d'une nouvelle manière dans la Planification Hydrologique. En réalité, plutôt que de considérer le dessalement comme une NOUVELLE SOURCE il faudrait le considérer comme un NOUVEAU TRAITEMENT de l'eau qui CONVERTIT LA MER EN SOURCE.

Entre autres propriétés, l'eau possède celle d'être un grand agent dissolvant et nettoyeur. Ces deux vertus importantes sont à leur tour la cause de la perte progressive de la qualité primitive de l'eau lorsqu'elle tombe au sol. Le soleil, avec le maintien du cycle hydrologique, en plus de maintenir "l'eau douce" sur la terre, en maintient aussi la qualité. Par le biais de l'évaporation puis de la condensation sous forme de pluie ou par congélation (iceberg), les sels se séparent de l'eau, convertissant réellement la mer en grande "dessaleuse" universelle. Il ne s'agit donc pas de la question purement terminologique de savoir si le dessalement est une nouvelle source ou un nouveau traitement, mais bien plutôt de comprendre que s'il l'eau n'est pas profitable pour tous les usages quand elle coule sur la terre, rendant obligatoire de la traiter avant usage et de lui ôter les impuretés qu'elle a, de façon naturelle ou pas, accumulées, de la même manière à l'eau de mer il faudra lui enlever les sels qu'elle a dissous sur son parcours terrestre.

Si l'on aborde le dessalement selon cette perspective, la séparation entre zones sèches et humides en fonction de la pluie qu'elles reçoivent serait à reconsidérer. Une ville maritime doit-elle être considérée comme zone sèche parce qu'elle a une faible pluviométrie, en étant à côté de cette grande source qu'est la mer ?

La technologie du dessalement a connu un développement extraordinaire depuis une cinquantaine d'années. Toute une série de circonstances, qui ne sont d'ailleurs pas dues au hasard, ont contribué à cette avancée. Le développement industriel et sa forte dépendance aux combustibles fossiles ont contribué à l'enrichissement des pays du Moyen-Orient, où la carence de l'eau, indispensable pour la vie, coexistait avec les plus grands gisements pétrolifères dans le sous-sol.

L'industrie d'extraction et d'élaboration du pétrole a obligé à faire venir des ressources hydriques, aussi bien pour l'industrie même que pour

l'approvisionnement de la population qui s'est peu à peu installée autour. Qu'en serait-il aujourd'hui de Dubaï, du Koweït, de l'Arabie Saoudite, etc., sans le dessalement ? Il n'est pas difficile de se l'imaginer, si l'on observe d'autres déserts dans le monde qui n'ont pas le précieux or noir dans leurs entrailles.

C'est dans les pays du Moyen-Orient que débute l'extraordinaire aventure du dessalement, en appliquant les principes physiques de l'évaporation et de la postérieure condensation de la vapeur comme moyen pour séparer les composants d'une dissolution de sels (principalement de chlorure de sodium) dans de l'eau, ce qui constitue en réalité l'eau de mer. C'est ainsi que se réalisa le vieux rêve prométhéen de l'homme, en volant aux dieux, au soleil dans ce cas précis, le secret de fabrication de l'eau douce à partir de l'eau de mer, comme s'il s'agissait d'une pluie contrôlée à volonté.

Comme on le comprendra aisément, les besoins en eau des pays producteurs de pétrole et la maîtrise de l'ancienne technique des premières machines de dessalement employées à petite échelle sur des bateaux, aux mains des pays les plus industrialisés, produisit une symbiose bénéfique qui porta rapidement ses fruits. C'est ainsi que s'est produite la première vague de l'industrie du dessalement, au milieu des années 1950, et depuis lors jusqu'à aujourd'hui elle n'a cessé d'avancer, comme on le verra un peu plus loin.

Si dessaler consiste à séparer les composants de la dissolution qui constituent l'eau de mer et si les sels, en se dissolvant dans de l'eau, produisent une libération d'énergie, pour dessaler il faudra nécessairement apporter au minimum la même quantité d'énergie que celle qui est libérée pendant la dissolution. C'est la loi têtue de la thermodynamique.

Bien que ces lois physiques rigides déterminent l'énergie minimale requise pour la séparation, celle-ci étant, d'un point de vue théorique, indépendante du procédé employé, la réalité est que dans la pratique la consommation réelle est différente selon le procédé, et aussi dans un même procédé, et sera différente selon la conception appliquée dans chaque cas.

L'objectif final est d'obtenir de l'eau dessalée au moindre coût possible. Cela dit, le mélange habile des divers ingrédients du cocktail

qui revient le moins cher ne répond pas à une recette unique et valable en tout lieu et à toute époque. Si les composantes de plus grand poids sont le coût de l'énergie, des investissements et des financements, il est aisé de comprendre que la réalité de chaque pays ait notablement marqué les diverses solutions technologiques appliquées dans les pays qui ont des ressources pétrolières et dans ceux qui en dépendent.

Le prix du pétrole et les fortes hausses successives qu'ont connues les années 1970 ont marqué les tendances dans la conception de l'unique procédé de dessalement appliqué à l'échelle industrielle à cette époque, par évaporation. Les prix bas du pétrole faisaient naître des installations à la plus grande consommation d'énergie et moins chères en investissements. A partir de 1973, avec l'augmentation du prix fixé par les pays que rassemble l'OPEP, on commence à améliorer l'efficacité énergétique des stations de dessalement, en créant des évaporateurs de moindre consommation, quoique d'un prix de revient supérieur. Cette avancée dans les conceptions atteint un maximum, en arrivant à un summum technologique au début des années 1980.

Cette recherche constante de faire baisser la consommation spécifique comme la manière la plus correcte de rabaisser le coût de l'eau dessalée, dont il faut souligner le rôle pionnier de l'Espagne dans cette bataille en construisant des installations qui ont battu tous les records du monde d'efficacité, a accéléré le développement de la technologie d'osmose inverse, comme la seule manière viable de répondre à la demande en eau dans les zones où elle s'appliquait, et même de satisfaire d'autres demandes nouvelles.

On peut dire sans crainte d'exagérer que les augmentations successives du prix du pétrole, de 1970 jusqu'à aujourd'hui, ont été le meilleur aiguillon pour l'amélioration de la technologie du dessalement, en optimisant les procédés d'évaporation jusqu'à atteindre son summum technologique, en passant ensuite à l'osmose inverse pour une meilleure efficacité énergétique.

L'eau dessalée est actuellement moins chère qu'en 1970, malgré la forte augmentation des combustibles. Ce "miracle" est dû exclusivement

au développement apporté à la technologie d'osmose. L'avancée réalisée dans cette direction doit être qualifiée de révolution technologique. Passer d'un chiffre proche de 50 KWh/m³ comme énergie totale dans le processus à un chiffre actuel de 3.5 KWh/m³ est la véritable raison de la forte augmentation de la capacité installée en dessalement dans le monde.

La baisse du coût de l'eau a entraîné non seulement l'augmentation de la demande, suivant en cela une loi économique évidente, mais également une augmentation de la demande en membranes d'osmose, ce qui a permis à l'industrie qui fabrique ces éléments de consacrer plus d'efforts de recherche afin d'obtenir de meilleurs produits et moins chers. Ce parcours d'un grand intérêt a permis récemment d'atteindre des prix sur le marché international compris entre 0.55 et 0.60 \$/m², absolument impensables il y a seulement quelques années.

Le critère très répandu selon lequel le coût de l'eau dessalée est élevé était inséparablement lié à un autre critère selon lequel on pouvait seulement y recourir dans des cas extrêmes et pour un usage exclusif de l'eau d'approvisionnement urbain. C'est ce qui s'est passé depuis le début jusqu'à ce que surgisse, avec force, l'osmose inverse. Il est certain que le dessalement par évaporation a démontré, malgré un coût élevé, qu'il pouvait s'appliquer à l'approvisionnement de zones hydrologiquement déficitaires mais au développement touristique potentiel. C'est le cas de Lanzarote, Fuerteventura et Grande Canarie en Espagne. Les trois cas démontrent à la perfection que le facteur qui limitait véritablement le développement n'était pas le prix de l'eau mais le manque d'eau. Ils ont démontré également que parmi les moyens non conventionnels de résoudre le déficit hydrique, dessalement, transport en bateau et augmentation artificielle des précipitations (pluie artificielle), le seul qui a prouvé sa viabilité technique et économique était le dessalement. Le changement spectaculaire intervenu dans le développement touristique de ces îles démontre ce qui a été dit auparavant sur le facteur limitatif.

Nous assistons actuellement à une nouvelle rupture du concept selon lequel l'eau dessalée ne pourrait pas s'appliquer à l'agriculture. S'il

est vrai qu'on ne peut pas utiliser de l'eau dessalée pour l'agriculture traditionnelle, en revanche l'agriculture de produits à haute valeur ajoutée, où tout le processus productif est assimilable à un processus industriel, permet bien d'assumer les coûts réels actuels du dessalement. Les perspectives qu'offre actuellement l'application de l'eau dessalée dans ce domaine sont très encourageantes.

La revue Global Water Intelligence, au prestige reconnu pour son information approfondie, offrait les données suivantes, très réalistes, fin 2006:

Croissance 2001 à 2006	12% annuelle
Croissance prévue	13.4% annuelle
Prévision 2010	64 hm ³ /jour
Prévision 2015	98 hm ³ /jour

Les principaux investisseurs en dessalement jusqu'en 2015 sont : l'Arabie Saoudite, les Etats-Unis, la Chine, l'Algérie, le Koweït, la Libye, l'Espagne, Oman, le Qatar, le Mexique et l'Iran.

Le cas espagnol est très éloquent sur l'expérience du changement concernant l'usage et l'extension du dessalement. La substitution du transfert de l'Ebre, comme moyen quasi exclusif de résoudre le déficit hydrique de la côte méditerranéenne, par un plan d'actions de réutilisation, d'économie et surtout de dessalement, est bien significative de l'importance qu'a prise, dans l'actuelle planification hydrologique, le dessalement de l'eau de mer. S'il y avait en Espagne, début 2004, une capacité installée de 150 hm³/an, on sera parvenu fin 2010 à un chiffre supérieur à 900 hm³/an. Ces valeurs observées dans le Programme A.G.U.A. n'auraient pas été possibles sans l'avancée technologique qui s'est produite et la baisse des coûts qu'elle a entraînée. On peut radicalement affirmer que le programme A.G.U.A. n'aurait pas été possible avec une technologie d'évaporation. Ce qui se produit actuellement en Israël est assez similaire au cas espagnol et les conclusions en sont les mêmes.

Les aspects environnementaux, dont il faut obligatoirement tenir compte pour faire du dessalement une activité au développement durable, se concentrent principalement sur deux points : le déversement dans la mer de la saumure rejetée et la consommation énergétique et sa participation aux émissions de gaz à effet de serre.

Quant au déversement de saumure il faut dire haut et clair que les installations de dessalement ne déversent pas de sel dans la mer, comme on l'a souvent interprété et manifesté de façon ignorante et, parfois même, malintentionnée. Les stations de dessalement rendent à la mer le même sel qu'elles en ont extrait auparavant. On sait que la même quantité de sel se dissout dans un volume d'eau qui en représente approximativement la moitié, ce qui signifie que nous rendons le même sel qui fait partie d'un fluide à double concentration. Pour éviter que cette saumure de plus grande concentration et densité ne se dirige vers les fonds marins, où il peut exister des espèces qui ne tolèrent pas cette salinité, il faut provoquer le mélange de la saumure et de la propre eau de mer afin de produire la dissolution avant le contact avec la flore sensible. Il y a plusieurs façons de procéder à la dissolution et, dans tous les cas, on peut trouver le meilleur moyen, technique et économique, pour éviter complètement les effets nocifs de la saumure. En résumé, la solution technique pour résoudre les déversements de saumure existe toujours et, par conséquent, on peut affirmer clairement qu'une station de dessalement bien conçue ne produit aucun impact négatif, ni sur la flore ni sur la faune marines, pour ce qui est du déversement de saumure.

Quant aux émissions de gaz à effet de serre, il est clair également que les stations de dessalement ne rejettent pas de CO₂ dans l'atmosphère. La production d'énergie électrique, nécessaire au bon fonctionnement de la station de dessalement, est peut-être responsable de l'émission de CO₂ et devra, par conséquent, résoudre cette question. La meilleure façon de contribuer à la diminution des émissions globales des gaz à effet de serre provenant de l'activité de dessalement est de faire baisser la consommation spécifique, en recherchant l'efficacité énergétique maximale dans le processus, comme doit le faire n'importe quelle autre activité consommatrice d'énergie, et une meilleure contribution de l'industrie électrique passera par l'amélioration de sa propre efficacité et en intégrant, dans la plus grande mesure possible, les énergies renouvelables à la production électrique globale.

Le dessalement n'a pas encore atteint son apogée technologique. Il faut penser que les mem-

branes sont l'élément essentiel sur lequel doit se concentrer le développement futur. La baisse de la consommation énergétique doit être le fruit d'une amélioration de la productivité de ces membranes, en diminuant la pression actuelle du travail. Espérons qu'à court et moyen terme l'application du domaine prometteur de la nanotechnologie portera ses fruits pour la satisfaction de tous.

A l'avenir, il faut compter sur le fait que le dessalement, qui a converti la mer en nouvelle grande source, pourtant si ancienne, parviendra à résoudre l'épineux problème de l'eau dont souffrent tant d'êtres humains. Si l'eau pour la vie se convertit en un nouveau droit de l'homme, le dessalement peut contribuer à son succès et permettre à de nombreuses personnes, qui en ont besoin, de pouvoir jouir de ce grand bien qu'est l'eau.

NOUVELLES SOURCES D'EAU

Les périodes ou les situations dans lesquelles les ressources hydriques disponibles ne sont pas suffisantes pour répondre aux demandes sont de plus en plus fréquentes.

La vulnérabilité des rivières face aux déversements contaminants nous oblige à prendre des mesures correctrices qui réduisent l'impact environnemental et augmentent la capacité d'usage de l'eau par le biais de systèmes de collecte et de traitement des eaux usées.

Les mesures de gestion, d'économie et de plus grande efficacité des systèmes sont nécessaires mais pas suffisantes. C'est pourquoi il est proposé:

- *D'intégrer dans la planification hydrologique des solutions alternatives ou complémentaires, grâce aux technologies de régénération des eaux usées pour leur réutilisation, et de dessalement des eaux marines et saumâtres.*

Là où les ressources naturelles sont déficitaires parce que les eaux superficielles en périodes de sécheresse ne sont pas suffisantes, ou parce que les eaux souterraines n'apportent pas non plus les ressources nécessaires, voici ce que l'on propose:

- *Explorer les possibilités qu'offrent les technologies pour obtenir de nouvelles ressources hydriques. Il s'agit de nouvelles sources d'eau qui peuvent apporter des ressources complémentaires.*

Les nouvelles sources d'eau sont: des eaux régénérées provenant d'un traitement avancé des eaux usées déjà épurées et des eaux marines ou saumâtres dessalées.

Les eaux régénérées peuvent être utilisées pour différents usages qui vont de l'arrosage agricole, moins restrictif et qui se suffit d'une moindre qualité, à des usages de type urbain ou en contact avec l'homme qui requièrent une qualité plus exigeante. Il existe également d'autres usages émergents comme le lavage des rues ou l'arrosage des terrains de golf, sans oublier des usages de type environnemental qui seront largement assimilés dans le futur. Pour cela, il est proposé:

- *Que tous ces usages et le degré de qualité exigé soient convenablement régulés, en établissant le régime juridique adéquat pour la réutilisation durable des eaux épurées.*

De son côté, le dessalement permet d'obtenir une eau de grande qualité en partant d'une ressource illimitée comme l'eau de mer. Il s'agit d'une ressource complémentaire à d'autres ressources hydriques naturelles. On propose:

- *L'application de technologies suffisamment fiables et à l'efficacité démontrée, qui nous permettent de considérer ces options comme des solutions viables et réalisables à chaque fois qu'il faut faire face aux défis que nous lance toute situation de crise de l'eau, sous condition qu'il s'agisse d'énergie provenant de sources durables.*

Par conséquent, et sans accepter que le manque d'eau se convertisse en un facteur limitatif du développement durable, il faut:

- *Favoriser l'impulsion des technologies du traitement de l'eau dans leur double fonction d'amélioration de la qualité et d'augmentation de la disponibilité.*

- *Renforcer la gestion de la demande par des éléments d'offre hydrique parfaitement compatibles avec les nouveaux objectifs qu'indique la politique européenne de l'eau.*

RÉUTILISATION

Les éléments clés qui doivent régir la pratique de la réutilisation sont au nombre de deux : la garantie et la fiabilité liées à la disponibilité de la ressource, et le risque sanitaire.

Actuellement, les possibilités de réutilisation sont plus grandes lorsque les eaux épurées sont déversées dans la mer, ce qui entraîne que cette ressource se trouvera liée à la zone même de production.

Par ailleurs, il existe d'autres limitations : le risque sanitaire pour les consommateurs et pour les usagers de l'eau régénérée et l'excès de salinité dû à la qualité de l'eau d'approvisionnement.

La qualité de l'eau régénérée est très variable et, parfois, n'est pas conforme aux critères de qualité, ce qui lui fait perdre sa fiabilité et engendre la méfiance des usagers. L'aspect sensoriel joue un rôle fondamental pour que les responsables de l'arrosage, les gestionnaires ou les clients d'usages industriels soient disposés à accepter les eaux traitées. Par conséquent :

- *La garantie et la fiabilité doivent être conditionnées par les besoins des propres usagers.*
- *Il faut respecter les critères qualitatifs des usagers.*
- *Les opérateurs des stations d'épuration et de régénération, l'administration hydraulique compétente, les technologues et aussi les usagers doivent être rigoureux dans le suivi des programmes de contrôle et dans le respect des normes de qualité.*

Il y a actuellement en Espagne une capacité de régénération des eaux proche de 500 hm³/an, ce qui représente 13% du total des eaux épurées, en précisant cependant que des Communautés Autonomes comme celles de Murcie ou Valence sont très au-dessus de ce pourcentage.

Toutes les eaux épurées ne sont pas susceptibles d'être réutilisées. Les usagers n'ont pas besoin toute l'année des mêmes débits, qui dépendent qui plus est de la climatologie. Des erreurs de planification ont été détectées et, parfois, un manque de garanties de la qualité, ce qui a entraîné la non acceptation des eaux régénérées. Par conséquent :

- *Le Plan actuellement mis en œuvre pour augmenter les eaux régénérées à 1000-1200 hm³/an doit prendre en compte ces considérations en identifiant les projets et leurs besoins, les usages, les technologies applicables, leur coût d'exploitation et, surtout, doit prendre les mesures d'incitation suffisantes qui garantiront un bon accueil de la part des usagers potentiels.*

En marge d'une réflexion indispensable sur les modèles de développement, toutes les alternatives en matière d'eau vont être nécessaires, de l'idée d'interconnexions plus ou moins lointaines à une meilleure gestion des ressources souterraines, l'emploi de cultures ou des pratiques d'arrosage qui consomment moins d'eau, et aussi la prévision de systèmes technologiques qui permettra de nouvelles ressources, lesquelles seront une garantie de distribution pour les ressources dites conventionnelles.

À l'heure actuelle la réutilisation des eaux régénérées comme le dessalement représente un pourcentage très faible (2-3%) de la consommation totale d'eau, mais il ne fait aucun doute que dans les zones du littoral méditerranéen, où les pourcentages sont déjà plus élevés, elle tendra à augmenter dans le futur. Par conséquent :

- *Dans l'optique de la régénération des eaux épurées l'application des technologies de membranes signifie une amélioration considérable de la qualité des eaux, qui autorise n'importe quel usage mais suppose aussi des coûts plus importants. C'est pourquoi l'innovation technologique doit chercher des systèmes énergétiquement durables et à des coûts compétitifs.*

- *Il faut impulser les projets de démonstration qui analysent la viabilité d'un point de vue tant technique et économique que social et environnemental, sans négliger quelque usage que ce soit.*

Considérations sur la réutilisation :

- *La planification est un élément clé pour le succès de la réutilisation qui doit, entre autres choses, identifier les usagers potentiels.*

- *La salinité comme élément limitatif de la réutilisation doit être prise en compte même si, en tant que condition agronomique, elle n'est pas incluse dans la réglementation.*

- *Dans le cadre d'une gestion durable des ressources hydriques, il faut mettre l'accent sur la ra-*

tionalité de la demande et l'optimisation de l'offre. La réutilisation joue ici un rôle clé, même en tenant compte de ses limitations.

- *Les eaux régénérées peuvent être une source complémentaire ou alternative par rapport aux ressources naturelles et, en tant que telles, doivent être envisagées dans la gestion des ressources disponibles.*
- *L'impulsion ou le développement de l'échange des ressources disponibles rendra inévitable la recherche de stimulants pour les usagers.*
- *Les administrations hydrauliques doivent jouer un rôle prépondérant dans l'ordonnance des eaux régénérées.*
- *Il est indispensable de rendre la réutilisation attractive et mettre en valeur la capacité de la ressource même.*

DESSALEMENT

La technologie du dessalement a connu un développement extraordinaire depuis une cinquantaine d'années.

L'industrie d'extraction et d'élaboration du pétrole a obligé à faire venir des ressources hydriques, aussi bien pour l'industrie même que pour l'approvisionnement de la population qui s'est peu à peu installée autour.

C'est dans les pays du Moyen-Orient que débute l'extraordinaire aventure du dessalement, en appliquant les principes physiques de l'évaporation et de la postérieure condensation de la vapeur comme moyen pour séparer les composants d'une dissolution de sels (principalement de chlorure de sodium) dans de l'eau, ce qui constitue en réalité l'eau de mer.

L'objectif final est d'obtenir de l'eau dessalée au moindre coût possible. Cela dit, le mélange habile des divers ingrédients du cocktail qui revient le moins cher ne répond pas à une recette unique et valable en tout lieu et à toute époque. Si les composantes de plus grand poids sont le coût de l'énergie, des investissements et des financements, il est aisé de comprendre que la réalité de chaque pays ait notablement marqué les diverses solutions technologiques

appliquées dans les pays qui ont des ressources pétrolifères et dans ceux qui en dépendent.

Le prix du pétrole et les fortes hausses successives qu'ont connues les années 1970 ont marqué les tendances dans la conception de l'unique procédé de dessalement appliqué à l'échelle industrielle à cette époque, par évaporation. Les prix bas du pétrole faisaient naître des installations à la plus grande consommation d'énergie et moins chères en investissements. A partir de 1973, avec l'augmentation du prix fixé par les pays que rassemble l'OPEP, on commence à améliorer l'efficacité énergétique des stations de dessalement, en créant des évaporateurs de moindre consommation, quoique d'un prix de revient supérieur. Cette avancée dans les conceptions atteint un maximum, en arrivant à un summum technologique au début des années 1980.

- *La façon la plus correcte de faire baisser le coût de l'eau dessalée est de rabaisser la consommation spécifique.*

L'eau dessalée est actuellement moins chère qu'en 1970, malgré la forte augmentation des combustibles. Ce "miracle" est dû exclusivement au développement apporté à la technologie d'osmose. L'avancée réalisée dans cette direction doit être qualifiée de révolution technologique. Passer d'un chiffre proche de 50 KWh/m³ comme énergie totale dans le processus à un chiffre actuel de 3.5 KWh/m³ est la véritable raison de la forte augmentation de la capacité installée en dessalement dans le monde.

La baisse du coût de l'eau a entraîné non seulement l'augmentation de la demande, suivant en cela une loi économique évidente, mais également une augmentation de la demande en membranes d'osmose, ce qui a permis à l'industrie qui fabrique ces éléments de consacrer plus d'efforts de recherche afin d'obtenir de meilleurs produits et moins chers. Ce parcours d'un grand intérêt a permis récemment d'atteindre des prix sur le marché international compris entre 0.55 et 0.60 \$/m², absolument impensables il y a seulement quelques années.

Nous assistons actuellement à une nouvelle rupture du concept selon lequel l'eau dessalée ne pourrait pas s'appliquer à l'agriculture.

- *L'agriculture de produits à haute valeur ajoutée, où tout le processus productif est assimilable à un processus industriel, permet bien d'assumer les coûts réels actuels du dessalement.*

- *Les aspects environnementaux, dont il faut obligatoirement tenir compte pour faire du dessalement une activité au développement durable, se concentrent principalement sur deux points : le déversement dans la mer de la saumure rejetée et la consommation énergétique et sa participation aux émissions de gaz à effet de serre.*

Quant au déversement de saumure il faut dire haut et clair que les installations de dessalement ne déversent pas de sel dans la mer, comme on l'a souvent interprété et manifesté de façon ignorante et, parfois même, malintentionnée. Les stations de dessalement rendent à la mer le même sel qu'elles en ont extrait auparavant. On sait que la même quantité de sel se dissout dans un volume d'eau qui représente approximativement la moitié, ce qui signifie que nous rendons le même sel qui fait partie d'un fluide à double concentration.

- *Pour éviter que cette saumure de plus grande concentration et densité ne se dirige vers les fonds marins, où il peut exister des espèces qui ne tolèrent pas cette salinité, il faut provoquer le mélange de la saumure et de la propre eau de mer afin de produire la dissolution avant le contact avec la flore sensible.*

- *Il y a plusieurs façons de procéder à la dissolution et, dans tous les cas, on peut trouver le meilleur moyen, technique et économique, pour éviter complètement les effets nocifs de la saumure.*

Quant aux émissions de gaz à effet de serre, il est clair également que les stations de dessalement ne rejettent pas de CO₂ dans l'atmosphère. La production d'énergie électrique, nécessaire au bon fonctionnement de la station de dessalement, est peut-être responsable de l'émission de CO₂ et devra, par conséquent, résoudre cette question.

- *La meilleure façon de contribuer à la diminution des émissions globales des gaz à effet de serre provenant de l'activité de dessalement est de faire baisser la consommation spécifique, en recherchant l'efficacité énergétique maximale dans le processus, comme doit le faire n'importe quelle autre activité consommatrice d'énergie, et une meilleure*

contribution de l'industrie électrique passera par l'amélioration de sa propre efficacité en intégrant, dans la plus grande mesure possible, les énergies renouvelables à la production électrique globale.

Le dessalement n'a pas encore atteint son apogée technologique. Il faut penser que les membranes sont l'élément essentiel sur lequel doit se concentrer le développement futur.

- *La baisse de la consommation énergétique doit résulter d'une amélioration de la productivité de ces membranes, en diminuant la pression actuelle du travail. Espérons qu'à court et moyen terme l'application du domaine prometteur de la nanotechnologie portera ses fruits pour la satisfaction de tous.*

Si l'eau pour la vie se convertit en un nouveau droit de l'homme, le dessalement peut contribuer à son succès et permettre à de nombreuses personnes, qui en ont besoin, de pouvoir jouir de ce grand bien qu'est l'eau.

Les technologies disponibles permettent de produire de l'eau douce à partir d'eau salée et, en plus, de régénérer et de réutiliser l'eau à des prix raisonnables et avec moins d'impacts environnementaux. On propose:

- *De se doter de services basiques d'épuration des eaux usées et de leurs boues, en respectant les réalités locales, qui intègrent des niveaux sanitaires de référence mondiale pour garantir la santé, l'hygiène et le bien-être.*

- *D'impulser et d'appliquer les technologies qui permettent des économies, le dessalement, l'épuration, la régénération et la réutilisation de l'eau avec une grande efficacité dans la consommation énergétique de faible impact environnemental, en favorisant les énergies durables.*

La recherche, le développement et l'innovation sont des piliers fondamentaux qui supportent le savoir, la découverte de solutions, le bien-être et le développement durable dans le domaine hydrique. Pour cela, il est proposé:

- *De stimuler la recherche, le développement et l'innovation concernant l'eau, de telle sorte que le transfert de leurs résultats et de leurs bénéfices en direction de la société soit accéléré.*

L'EAU DANS LE MONDE

Emilio Gabbrielli

ExGlobal Water Partnership

RÉSUMÉS:

L'humanité a mis longtemps à reconnaître que l'eau est une ressource limitée directement liée au développement durable. Alors que la population mondiale a doublé ces 30 dernières années, la consommation d'eau est quant à elle six fois supérieure et plus de la moitié des ressources en eau douce disponibles sont déjà exploitées.

La réutilisation et le développement de nouvelles ressources en eau s'avèrent indispensables. À cela, il convient d'ajouter une consommation en eau plus efficace dans tous les secteurs, particulièrement celui de l'agriculture, qui en est de loin le plus grand consommateur.

Le monde se démène pour trouver des solutions efficaces et équitables en matière de gestion des ressources en eau de surface et souterraines. Par ailleurs, le développement de nouvelles méthodes comme la désalinisation s'avère essentiel au développement durable.

Le vrai défi consiste à garantir à toutes les personnes un accès suffisant à l'eau en vue de leur assurer une vie saine et digne et à optimiser la consommation de cette ressource pour la sécurité alimentaire, le développement durable et un environnement sain.

Le manque de financement dans le secteur de l'eau demeure une question cruciale à laquelle il convient de répondre pour faire face à ce défi. Les avancées techniques ou une disponibilité financière accrue ne suffisent pas à elles seules à résoudre le problème de la pénurie d'eau. Toutefois, les grandes avancées en matière de nouvelles technologies, comme la technologie membranaire, et leurs coûts toujours plus réduits offrent des outils qui, s'ils sont correctement employés, peuvent contribuer à la bonne mise en œuvre de politiques de gestion de ressources en eau durables.

TRAITEMENT DES EAUX USÉES ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

Iñaki del Campo¹, Miguel Ángel Sanz¹,
Rodrigo Moreira Rato¹ y Hektor Orbe¹

¹Degrémont, C/ Ibarrekolanda, Bilbao.

RÉSUMÉS:

Le développement durable prend de plus en plus d'importance dans l'activité d'épuration de l'eau, ses principaux objectifs étant actuellement de :

- Chercher la manière par laquelle l'activité économique pourra maintenir ou améliorer le système environnemental.
- Utiliser les ressources de manière efficiente.
- Développer au maximum le recyclage et la réutilisation.
- Mettre sa confiance dans le développement et dans l'implantation de technologies propres.
- Restaurer les écosystèmes endommagés.
- Reconnaître l'importance de la nature pour le bien-être humain.

Jour après jour les conditions requises concernant la qualité d'épuration des eaux usées sont de plus en plus exigeantes et conduisent à une augmentation des coûts d'exploitation, principalement en matière de consommation énergétique.

Par ailleurs, les résidus engendrés, principalement les boues, rencontrent de plus en plus de problèmes quant à leur destination finale, rendant nécessaire l'utilisation de technologies coûteuses, aussi bien en investissement que, dans certains

cas, pour la mise en œuvre, ayant pour but leur réduction et/ou leur valorisation finale.

Pour mettre en place de manière efficiente les activités liées au développement durable, on a développé et implémenté différentes technologies/procédés aussi bien de traitement des eaux usées que des boues produites, en ayant pour objectifs, entre autres, la réduction de la consommation des combustibles fossiles, la maximisation de la réutilisation des eaux usées et l'amélioration de la qualité des déversements.

Dans cette communication sont présentées les différentes alternatives de traitement, des eaux comme des boues, ainsi que des exemples d'application des procédés en question dans des stations conçues/exploitées par Degrémont, en plus de montrer une avancée sur les tendances futures dans les deux domaines.

MOTS CLÉS:

Développement durable, épuration des eaux usées, réutilisation, valorisation des boues, combustibles fossiles.

TECHNOLOGIES AVANCÉES EN ÉPURATION

Jesús Galdós

Cadagua, S.A. Bilbao, España. C

RÉSUMÉS:

La communication est structurée en deux parties clairement différenciées.

La première est centrée sur la Station d'Épuration des Eaux Usées de San Pedro del Pinatar (Murcie), dont la principale caractéristique est d'être le plus grand bioréacteur à membrane actuellement en fonctionnement en Espagne. Les principaux éléments de la station sont décrits, de même que les conditions de conception et de mise en œuvre depuis sa mise en marche.

La seconde est en rapport avec le traitement et la disposition finale des bio-solides produits par le traitement des eaux usées, un aspect fondamental si l'on aborde l'épuration d'un point de vue intégral.

C'est en ce sens qu'est présentée la technologie du séchage thermique, en soulignant ses avantages dans une perspective environnementale ainsi que sa fiabilité, sur la base d'une longue expérience acquise avec les différents types de séchoirs, en Espagne comme à l'extérieur.

MOTS CLÉS:

Bioréacteur à membrane, bio-solides, séchage thermique.

APPLICATION DE NOUVELLES TECHNOLOGIES POUR LA RÉUTILISATION DES EAUX RÉGÉNÉRÉES

Nazaret Ontañón

DRACE MEDIOAMBIENTE, S.A., Sous-directrice Technique, MADRID. Espagne.

RÉSUMÉS:

La croissance de la population, l'augmentation des dotations par habitant, le développement agricole et industriel et la climatologie de l'Espagne comme pays méditerranéen, ont fait que les sources traditionnelles d'approvisionnement en eau se sont vues limitées pour répondre aux demandes existantes. Cette réalité a converti les eaux usées régénérées en une source d'approvisionnement alternative.

Les technologies employées dans la régénération des eaux usées ont peu à peu évolué depuis les systèmes traditionnels par filtration et désinfection, jusqu'à l'emploi de nouvelles technologies comme la microfiltration, l'ultrafiltration, les

réacteurs biologiques à membrane, l'électrodialyse réversible et l'osmose inverse.

Drace Medioambiente, S.A., qui bénéficie d'une vaste expérience dans le traitement de régénération des eaux usées, a conçu et construit diverses installations qui emploient des nouvelles technologies pour la réutilisation de l'eau régénérée.

MOTS CLÉS:

Microfiltration, ultrafiltration, MBR, électrodialyse réversible, osmose inverse.

ASSAINISSEMENT INTÉGRAL ET RÉUTILISATION DE L'EAU DANS LA VILLE DE SAN LUIS POTOSI AU MEXIQUE

Urbano Díaz de León Barroso

Directeur de la Commission d'Etat chargée de l'Eau à San Luis Potosi (Mexique)

RÉSUMÉS:

L'Etat de San Luis Potosi est un des 32 Etats de la République Mexicaine, situé en son centre, sur l'axe routier qui permet la communication des principaux Etats industriels (Jalisco, Ville de Mexico, Querétaro, Nouveau León, Aguascalientes, Michoacán et Guanajuato) avec les Etats-Unis d'Amérique du Nord.

L'aquifère de la Vallée de San Luis Potosi souffre déjà de problèmes de surexploitation, étant donné la concentration de puits dans la ville qui provoque un grand cône de rabattement, et on estime qu'il subit une surexploitation de 2 à 1, c'est à dire qu'on en extrait le double de sa recharge.

La stabilité et la prochaine croissance urbaine et industrielle de la zone métropolitaine dépendent en grande partie de l'extraction de l'eau de l'aquifère.

En vertu de la situation actuelle, le Gouvernement de l'Etat a initié une série de travaux en vue de réduire progressivement la dépendance en approvisionnement de l'aquifère de la Vallée de San Luis Potosi et d'en soulager ainsi la surexploitation, en attendant sa récupération définitive et sa stabilisation.

La réutilisation des eaux usées traitées est actuellement une ressource précieuse pour la zone métropolitaine, puisqu'elle a permis de sauver de l'eau de premier usage pour la population, qui

était utilisée pour des activités industrielles, arrosage d'espaces verts et autres usages. La zone métropolitaine génère environ 2,545 l/s d'eaux résiduelles municipales, dont 1,795 l/s sont actuellement traités, qui répondent à la qualité requise et qui respectent la réglementation en vigueur concernant leur réutilisation dans des activités industrielles, sportives, récréatives et agricoles.

Il est important de signaler que la réutilisation des eaux usées traitées est régulée par la Loi sur les Eaux pour l'Etat, où il est établi qu'on doit réutiliser les eaux usées traitées dans les industries situées dans la zone métropolitaine pour les processus productifs qui ne requièrent pas d'eau potable, pour l'arrosage des parcs, des jardins et des terrains de sports, et seulement si l'on dispose des quantités suffisantes.

Au IVe Forum Mondial de l'Eau à Mexico, on a clairement compris qu'avec des petites actions comme celle-ci nous pourrions nous affronter au grand défi lancé à l'humanité, qui sera de résoudre la question de la provision des futures générations.

MOTS CLÉS:

Aquifère de la Vallée de San Luis Potosi, problèmes de surexploitation, dépendance en approvisionnement, réutilisation des eaux usées, IVe Forum Mondial de l'Eau Mexico 2006.

LE DESSALEMENT EN ESPAGNE

Miguel Torres Corral.

Responsable du département de qualité des eaux. Centre d'études et d'expérimentation dans les travaux publics (CEDEX).
Centre d'études hydrographiques.

RÉSUMÉS:

La pratique du dessalement de l'eau de mer voit le jour en Espagne au milieu des années 60. Afin de faire face au manque de ressources pour garantir l'approvisionnement urbain dans les îles de Grande Canarie, Fuerteventura et Lanzarote ainsi que dans la ville de Ceuta, les deux premières stations de dessalement sont alors installées, de type MSF (Multi Stage Flash). Ce procédé d'évaporation était pratiquement le seul disponible, disposant d'un développement mis au point qui permettait de garantir l'approvisionnement des populations en toute sécurité.

Les stations de dessalement qui ont été construites en Espagne jusque dans les années 80 illustrent parfaitement l'évolution de la technologie du procédé MSF, étroitement liée aux cours du pétrole et de matériaux tels que le cuivre, le nickel et l'aluminium.

Le besoin de réduire le coût de l'eau conduit très rapidement à la technologie d'osmose inverse et à l'abandon des technologies d'évaporation.

La baisse considérable de la consommation spécifique et sa répercussion immédiate sur le coût de l'eau dessalée a permis son utilisation dans des domaines où elle était jusqu'alors interdite tels que l'agriculture à haute valeur ajoutée. Le PROGRAMME A.G.U.A. qui injecte 750 hm³/an dans les 150 hm³/an enregistrés en 2004 est la preuve de l'expérience acquise en Espagne en matière de dessalement.

Des tableaux sont présentés sur l'évolution de la capacité installée de 1964 à nos jours, la mettant en parallèle avec la diminution de la consommation spécifique.

MOTS CLÉS:

Multi Stage Flash, osmose inverse, Programme AGUA.

LE DESSALEMENT DANS LE BASSIN DU SEGURA

Mario Urrea.

Responsable du bureau de planification hydrologique de la Confédération hydrographique du Segura

RÉSUMÉS:

Cet exposé analyse les antécédents du point de vue de la planification hydrologique en vigueur par rapport au bilan ressources/demandes puis il énumère et justifie les différentes installations de dessalement qui ont été mises en place et projetées dans le bassin du Segura en vue de l'approvisionnement et de l'irrigation.

Il propose également une description des systèmes utilisés et l'évolution technologique entre les

premières créations et celles des stations actuelles.

L'article finit enfin par des considérations économiques, selon les données fournies par les titulaires des installations en matière de coûts et de tarifs.

MOTS CLÉS:

Planification hydrologique, dessalement, approvisionnement, irrigation.

LES ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX DU DESSALEMENT

Sabine Lattemann

Institute for Chemistry and Biology of the Marine Environment (ICBM) at the University of Oldenburg, Germany.

RÉSUMÉS:

La technologie du dessalement de l'eau de mer offre de vastes avantages pour tous et de nouvelles possibilités économiques en fournissant une alimentation additionnelle, inépuisable et fiable en eau potable à de nombreux points de la planète. Toutefois, malgré de tels avantages, cette technologie suscite une inquiétude quant aux éventuels impacts négatifs du procédé sur l'environnement.

Ainsi, les nouveaux projets de dessalement font l'objet d'études pour mesurer l'impact environnemental (études EIA) spécifique à chaque projet. Ce procédé d'évaluation aborde souvent les rejets chimiques de concentrés et de déchets dans la mer, la consommation d'énergie du procédé et les émissions indirectes de dioxyde de carbone et d'autres polluants de l'air qui sont liés à ce procédé.

L'exposé présentera les derniers chiffres relatifs à la capacité des stations de dessalement de l'eau de mer, suivis d'un résumé des principales inquiétudes environnementales et des possibilités de réduction de l'impact environnemental. En abordant les questions environnementales des stations de dessalement, nous présenterons les dernières initiatives, telles que le projet de l'Organisation mondiale de la santé « Dessalement pour un approvisionnement en eau sûr », le nouveau manuel d'orientation des Nations Unies en 2008 et le projet de recherche européen « Dessalement par membranes : une approche d'ensemble » (MEDINA).

MOTS CLÉS:

Dessalement de l'eau de mer, évaluation de l'impact sur l'environnement.

LE REJET DE SAUMURES: IMPACT ET SOLUTIONS

Antonio Ruiz Mateo.

Centre d'études des ports et côtes du CEDEX, Madrid, España.

RÉSUMÉS:

La conférence analyse les aspects environnementaux liés aux déversements des eaux de rejet des stations de dessalement.

Le principal déchet d'une station de dessalement, de par son ampleur, est constitué par les eaux de rejet. Une station qui compte une production de 70.000 m³/jour d'eau produite génèrera un déchet liquide de 1 m³/s, en osmose inverse s'alimentant d'eau de mer (conversion de 45 %), de 0,2 m³/s en osmose inverse s'alimentant d'eau saumâtre (conversion de 80 %), et de 7,3 m³/s par distillation (conversion de 10 %).

Pour évaluer l'impact réel des déchets d'une station de dessalement, il faut une reconnaissance bionomique de la zone qui peut être touchée par le déversement et une quantification des effets qu'un tel déchet pourra avoir sur les biocénoses observées au niveau des individus, des espèces et des communautés. Même si ce premier point est une pratique habituelle dans de nombreux pays dont l'Espagne fait partie, le deuxième point est encore difficile à réaliser faute de données, excepté quelques cas concrets comme par exemple l'impact sur les prairies de phanérogame marine, la Posidonie océanique, une espèce endémique de la mer Méditerranée d'une grande valeur écologique.

Les polluants qui peuvent être associés aux déchets liquides des stations de dessalement ont leur origine dans les substances apportées par l'eau d'alimentation ou dans les substances utilisées pour le nettoyage des filtres et des membranes. Les premières sont moins inquiétantes car elles reviennent dans le milieu où l'eau est extraite (si l'on prend par exemple le cas de l'eau de mer) ne rajoutant aucune charge polluante dans le système. Toutefois, les concentrations seront plus élevées.

Heureusement, une bonne connaissance du comportement hydrodynamique de l'effluent, une fois déversé dans le milieu récepteur, permet de sélectionner le dispositif de déversement le mieux adapté et son emplacement. De plus, une conception appropriée permet d'obtenir une dilution élevée de l'effluent dans un espace réduit, d'où le fait de pouvoir toujours trouver une solution respectueuse de l'environnement.

MOTS CLÉS:

Stations de dessalement, déversement de saumures, émissaires sous-marins, chantiers maritimes, impact environnemental sur le milieu marin.

LES ASPECTS ÉNERGÉTIQUES DU DESSALEMENT

Manuel Fariñas

Acciona Agua, España.

RÉSUMÉS:

Le présent article analyse les différents paramètres qui interviennent dans la consommation spécifique de l'énergie, dans le domaine du dessalement de l'eau de mer, avec l'utilisation de la technologie connue sous le nom d'osmose inverse: température de l'eau de mer, complexité du pré-traitement, conversion de travail, efficacité des systèmes de pompage et de récupération de l'énergie de rejet ainsi que les caractéristiques de perméabilité et de passage de sels des membranes utilisées.

Parmi tous ces paramètres, la simplification du prétraitement et l'amélioration de la perméabilité et du rejet de sels des membranes réduiront de manière très significative la consommation spé-

cifique d'énergie dans le dessalement de l'eau de mer au cours des prochaines années.

Toutes les expectatives visant de tels objectifs sont axées sur une nouvelle génération de membranes qui sont fabriquées à partir de nanoparticules et connues comme membranes « nanocomposites à couche fine » représentées par le sigle TFN (Thin Film Nanocomposites)

MOTS CLÉS:

Consommation spécifique d'énergie, dessalement par osmose inverse, TFN, membranes nanocomposites.

L'ANALYSE DE CONFIGURATION DU PROCÉDÉ D'O.I. DANS LE DESSALEMENT

Jorge Salas

Directeur de dessalement, Befesa Agua, S.A.U.

RÉSUMÉS:

La planification hydrologique est un instrument au service de la gestion durable de l'eau qui permet l'augmentation des disponibilités, la protection de sa qualité, l'économie et la rationalisation de ses utilisations, et ce dans le plus grand respect de l'environnement. Dans cette optique, le dessalement est une autre technologie de traitement des eaux qui permet d'intégrer en tant qu'eau potable des ressources qui ne seraient pas utilisables d'une autre manière (eaux saumâtres, eau de mer, etc.)

Parmi les technologies de dessalement existantes, c'est le dessalement par osmose inverse qui s'est imposée actuellement dans la plupart des applications après avoir atteint depuis quelque temps déjà un degré de maturité suffisante pour des applications à grande échelle, et ce grâce à sa souplesse, sa solidité et des coûts réduits d'eau produite.

Outre l'obtention de l'eau désirée, on recherche, dans le dessalement de l'eau de mer par osmose inverse comme dans tout autre procédé industriel, (i) à minimiser la consommation énergétique, (ii) à

faciliter une opération plus souple et (iii) à minimiser les coûts d'investissement et d'exploitation.

C'est pourquoi, il est essentiel de connaître les avantages et les inconvénients des différentes configurations possibles de procédés de dessalement par osmose inverse et leur intégration en tant qu'éléments de pompage et de régulation.

Ceci pourrait se traduire par le choix du nombre de lignes de production et de configuration des châssis d'osmose inverse, par l'introduction d'éléments de mise à profit énergétique, par des conceptions qui privilégient le meilleur point de rendement (BEP) des pompes, en tentant enfin d'éviter les pertes énergétiques dues aux régulations grâce à l'application de systèmes de régulation.

MOTS CLÉS:

Dessalement, osmose inverse, conception, double passage, double étape, systèmes hybrides, variateur de fréquence, haute pression, systèmes d'échange de pression, récupération d'énergie, saumure, perméat, recirculation.

LA PROBLÉMATIQUE ASSOCIÉE À LA CONCEPTION DE PRÉ- ET POST-TRAITEMENT DANS LES GRANDES STATIONS DE DESSALEMENT

Domingo Zarzo

Société anonyme épuration et traitements (SADYT).

RÉSUMÉS:

La construction de grandes stations de dessalement dans le monde entier, certaines atteignant actuellement 500.000 m³/jour (dans le cas de l'osmose inverse), pose de nouveaux défis lors de leur conception et des travaux d'ingénierie, affectant l'implantation et l'exploitation de ces stations. Les problèmes liés aux systèmes de membranes ou aux pompes à haute pression et à la récupération d'énergie, qui sont relativement résolus ou qui posent moins de problèmes ne seront pas étudiés, l'exposé s'arrêtant sur les caractéristiques des systèmes de pré- et post-traitement de ces stations où il est nécessaire de choisir entre différentes technologies.

De par la dimension de ces installations, il est pratiquement impossible de réaliser une captation au moyen de prises de puits et compte tenu du fait que les prises ouvertes ont de plus grandes exigences de pré-traitement, il faut faire un choix quant à la technologie requise : systèmes à doubles étapes de filtrage avec ou sans traitement physico-chimiques ou systèmes de membranes à micro ou ultrafiltration.

Les systèmes de filtrage conventionnels pour ces systèmes nécessitent un grand espace et un coût élevé de main-d'œuvre alors que les systèmes MF ou UF, outre leur prix élevé, ne sont pas tellement utilisés dans les grandes installations, ce

qui implique un certain risque technologique sans compter le problème de la non-interchangeabilité des systèmes.

Un autre problème à prendre en compte dans ces installations est le stockage et le dosage de grandes quantités de réactifs chimiques qui requièrent également une conception et une gestion adaptées. Parmi les solutions mitigeant ces grandes consommations se trouve la génération in situ de réactifs comme le chlore par électrochloration.

En ce qui concerne le post-traitement relatif essentiellement à la reminéralisation, le transport et l'utilisation de grandes quantités de calcaire ou de calcite entraîne d'importants problèmes logistiques ; il faut savoir également quelle est la technologie la mieux adaptée, cette dernière n'étant pas fonction uniquement de la grandeur de l'installation mais aussi de la qualité de l'eau d'apport, du produit, de l'usage de l'eau, de la disponibilité et du prix du produit, entre autres.

Quelques cas réels seront également exposés, avec une comparaison économique de plusieurs alternatives de traitement, en inversion ou en opération.

MOTS CLÉS:

Osмосe inverse, pré-traitement, reminéralisation.

LE PLAN NATIONAL DE QUALITÉ. LES ASPECTS ÉCONOMIQUES

Adolfo Gallardo

Ministère de l'environnement et du milieu rural et marin

RÉSUMÉS:

Le ministère de l'environnement a élaboré, en collaboration avec les Communautés autonomes, le Plan National de Qualité des Eaux (2007-2015) qui a été voté par le Conseil des ministres le 8 juin 2007. Le Plan envisage une série d'actions d'assainissement et d'épuration pour respecter les exigences de plusieurs directives européennes et notamment pour l'obtention du « bon état des eaux » conformément à la Directive Cadre sur l'Eau. L'investissement total affecté au plan est de 19 milliards d'euros dont un tiers est apporté par le ministère de l'environnement (quelques 6,2 milliards).

Pour le développement du plan, des conventions bilatérales ont été établies avec les communautés autonomes et comprennent des actions qui correspondent à quatre grands chapitres :

- Chantiers publics déclarés d'intérêt général en cours d'exécution (l'administration générale de l'état couvre 100 % du coût).
- Actions motivées par de nouvelles déclara-

tions de zones sensibles (l'administration générale de l'état couvre 25 % du coût)

- Actions dont le coût est financé à 50 % par les sociétés d'état des eaux et récupéré avec les frais de gestion de la propre société imputables à chaque action, par le biais de tarifs établis par la société. Elles sont garanties par la communauté autonome en 45 ans.

- Actions nécessaires dans les régions qui possèdent des territoires appartenant à la Red Natura 2000 (avec une surface de 5 % ou au moins 10 hectares dans ce réseau et une population inférieure à 20.000 habitants). Ces actions seront incluses, d'un commun accord avec les communautés autonomes, au programme de développement rural durable que le gouvernement a voté à l'époque (l'administration générale de l'état couvre 50 % du coût total).

MOTS CLÉS:

Assainissement, épuration, plan de qualité, réutilisation.

LE FINANCEMENT DE PROJET SOUS LE RÉGIME DES CONCESSIONS

González, L.¹, Membiela J.A.², Sanz Z.³.

¹ Directeur du Département des concessions internationales. OHL Medioambiente, Inima S.A.U.

² Directeur général de OHL Medioambiente Inima, S.A.U.

³ Chef de projet du Département des concessions internationales. OHL Medioambiente, Inima S.A.U.

RÉSUMÉS:

Cet article aborde les particularités des différents contrats de concession d'infrastructures et analyse les avantages et les inconvénients qu'ils représentent par rapport aux contrats de prestation de services traditionnels.

La notion de concession est tout d'abord définie et les différentes modalités de contrats de concession d'infrastructures existantes sont décrites. Ensuite, les singularités de chaque modalité sont analysées, ainsi que les risques associés et la répartition de ces derniers entre les parties impliquées. Une attention toute particulière est portée à l'étude des contrats de type BOT étant les plus courants dans le domaine du dessalement et de l'épuration pour la concession de nouveaux chantiers et présentant une structure financière plus complexe.

Enfin les caractéristiques étudiées sont comparées avec celles des contrats traditionnels de prestation de services d'ingénierie, de construction et d'opération d'infrastructures.

Les auteurs concluent qu'avec le choix du bon modèle de concession, le secteur public peut acquérir une expérience, un savoir-faire et accéder aux fonds nécessaires pour investir sans perdre le contrôle de la gestion, la titularité de l'infrastructure ni les ressources hydriques tout en minimisant les risques qui seront transférés ou partagés avec le partenaire privé.

MOTS CLÉS:

Concessions, financement, dessalement, épuration, BOT, Project Finance.

CHARTÉ DE ZARAGOZA 2008

CHARTRE DE ZARAGOZA 2008

L'Expo Zaragoza 2008 (Saragosse 2008) est la première exposition internationale organisée exclusivement autour du thème de : L'eau et le développement durable. L'Expo 2008, c'est une grande rencontre internationale qui a réuni cent-quatre pays, trois organismes internationaux et l'ensemble des communautés et villes autonomes d'Espagne.

Conformément aux exigences du Bureau International des Expositions (BIE), l'Expo 2008 s'est inscrite entièrement dans la démarche des Nations Unies concernant l'eau.

Aujourd'hui, les expositions internationales, conçues selon les critères du BIE, sont les manifestations mondiales qui bénéficient du plus fort taux de participation directe des citoyens. Elles constituent en outre un grand exercice d'éducation civique. Ainsi l'exposition internationale de Saragosse a-t-elle permis à des millions de visiteurs de connaître plus en profondeur la problématique de l'eau et du développement durable à l'échelle de la planète.

En tant que support scientifique et technique de l'Expo Zaragoza 2008, la Tribune de l'Eau a accueilli et facilité la transmission de connaissances, le débat et l'élaboration de propositions visant à répondre aux grands défis hydriques, présents et à venir, de l'humanité. Ainsi, tout au long de sessions qui se sont étalées sur quatre-vingt-treize jours, la Tribune a constitué l'événement international le plus important sur le thème de l'eau et du développement durable.

Le 12 septembre 2008, la Tribune de l'Eau a mis fin à son intense activité par la présentation de ses conclusions, et, aujourd'hui, en ce dimanche 14 septembre, elle présente à l'occasion de cet Acte de clôture, la synthèse de ses activités : la Charte de Zaragoza 2008.

PRÉAMBULE: UNE NOUVELLE VISION INTÉGRÉE DE L'EAU

Les participants à la Tribune de l'Eau reconnaissent que l'eau est essentielle à la vie sur la planète.

Les nouveaux paradigmes sur l'eau et le développement durable visent à dépasser la vision purement anthropocentrique, en partant du principe qu'une gestion intégrée des ressources hydriques permet de préserver à la fois la survie de l'être humain et celle de la planète.

Considérant:

1 Que l'eau et les écosystèmes de la Terre doivent être préservés et protégés.

2 Que l'accès à l'eau potable et à l'assainissement est un droit humain qui doit être garanti par les pouvoirs publics.

3 Que les peuples de la Terre ont pris un engagement ferme en matière d'eau au travers des Objectifs de développement du millénaire.

4 Que l'accès à l'eau est un puissant vecteur de développement.

5 Que l'eau joue un rôle fondamental dans la production et le transfert d'énergie.

6 Que la demande en eau continuera d'augmenter à cause principalement de la croissance démographique et économique, ce qui risque d'entraîner une augmentation de « l'empreinte sur l'eau ».

7 Que les prévisions indiquent que le changement climatique risque de modifier la disponibilité et les besoins en eau à l'échelle mondiale.

8 Que les technologies disponibles permettent de produire de l'eau douce à partir d'eau salée et de brouillard, mais aussi de régénérer et de réutiliser l'eau à des prix raisonnables et à un moindre impact environnemental.

9 Que la pérennité et la transformation du milieu rural sont directement liées à la disponibilité et à un usage durable de l'eau.

10 Que la production durable d'aliments est directement liée à l'utilisation efficace de l'eau.

11 Que l'éducation, la culture, la communication et la participation doivent constituer les axes de transformation de la gestion des ressources hydriques dans le monde entier.

12 Qu'il est essentiel de renforcer la gouvernance de la gestion intégrée de l'eau et du développement durable à tous les niveaux, ce qui implique une plus grande participation et une plus grande coresponsabilité de la société.

13 Que l'unité du bassin hydrographique est le niveau territorial le plus efficace pour utiliser l'eau et celui qui permet le mieux de résoudre les conflits entre pays, régions ou usagers.

14 Qu'il est indispensable de disposer de moyens de financement et de mécanismes de partage du risque, fondés sur des critères de durabilité, afin de garantir le succès des initiatives et des dé-

marches engagées dans le domaine de l'eau.

15 Que l'investissement en infrastructures hydriques dans les pays en voie de développement est essentiel à la réduction de la pauvreté et à la croissance économique, les niveaux d'investissement actuels étant insuffisants pour parvenir aux Objectifs de développement du millénaire.

16 Que l'action publique doit développer des initiatives visant à favoriser la législation ainsi que la structuration adéquates des droits d'eau.

17 Que la recherche, le développement et l'innovation sont les piliers fondamentaux sur lesquels reposent la connaissance, la mise en oeuvre de solutions, le bien-être et le développement durable en matière d'eau.

LA TRIBUNE DE L'EAU RECOMMANDE:

A. À TITRE UNIVERSEL

A1 De favoriser un développement social et économique fondé sur des critères de durabilité et respectueux de la nature.

A2 D'établir des priorités et des engagements en faveur de l'intérêt général de l'humanité dans le domaine de l'eau, en s'appuyant sur les principes éthiques du développement durable, de la transparence ainsi que de l'équité générationnelle et intergénérationnelle.

A3 De favoriser une gestion participative, efficace et solidaire de l'eau qui soit à même de promouvoir la responsabilité individuelle et collective, en se basant sur le développement partagé de la connaissance et des expériences.

A4 De fixer des engagements et des règles pour atténuer les effets négatifs du changement climatique et des phénomènes extrêmes, et pour s'y adapter.

A5 D'adapter les solutions et modèles de gestion hydrique au niveau de développement, à la culture ainsi qu'à la capacité sociale et économique de chaque territoire et société.

A6 De prendre le bassin hydrographique et l'aquifère comme unités de gestion de base des ressources hydriques, et ce même s'ils sont de nature supranationale.

A7 D'assurer l'accès, dans le monde entier, à une eau potable sûre et à un assainissement efficace, dans les zones urbaines comme dans les zones rurales, en prenant des engagements internationaux, en fixant des objectifs réalistes et en adoptant des solutions concrètes.

A8 De considérer l'approvisionnement en eau potable ainsi que la collecte et le traitement des eaux usées comme des priorités, et d'exiger des pouvoirs publics qu'ils en garantissent la mise en œuvre avec des tarifs justes qui assurent en même temps la couverture des coûts.

A9 Que la gestion de la demande soit au moins aussi importante que la gestion de l'offre dans la prise de décisions en matière de politiques, de stratégies, de plans, de programmes et de budgets.

A10 D'encourager la recherche, le développement et l'innovation dans le domaine de l'eau, et d'accélérer le transfert des résultats et des bénéfices de ces activités à la société.

A11 De créer une agence mondiale de l'eau, dont la mission principale consisterait à :

a Préparer et présenter auprès de l'Organisation des Nations Unies, la Charte des droits et des devoirs de l'être humain concernant l'eau.

b Élaborer un cadre normatif mondial sur l'eau qui s'inscrive dans une démarche de développement durable et qui soit reconnu par tous les pays.

c En matière de ressources hydriques, préparer et soutenir l'organisation d'une Convention

Internationale sur le changement climatique, les phénomènes climatiques extrêmes et la maîtrise des risques.

d Œuvrer à la ratification du Protocole international pour la gestion pacifique et productive des bassins transfrontaliers dans le monde.

e Venir en aide aux pays qui nécessitent une assistance en matière de gestion intégrée de l'eau.

f Promouvoir l'éducation, les principes et les valeurs qui fondent une bonne éthique de l'eau, en accord avec cette Charte.

g Promouvoir la diffusion et l'échange efficace et global des bonnes pratiques, des leçons apprises, des modèles et processus reproductibles, des expériences réussies ainsi que des recommandations, par l'intermédiaire d'un centre de documentation et de transfert interne dans le domaine de l'eau et du développement durable.

h Développer des partenariats public-privé permettant de mutualiser les efforts afin que l'approvisionnement et l'assainissement universels deviennent une réalité.

B. AUX POUVOIRS PUBLICS, AUX USAGERS DE L'EAU ET AUX CITOYENS

B1 De protéger efficacement les écosystèmes en raison de leur valeur intrinsèque et pour garantir les ressources d'eau.

B2 D'assurer des services de base d'assainissement et d'épuration des eaux usées, en s'appuyant sur les réalités locales et en respectant des niveaux sanitaires de référence mondiale qui soient garants de la santé, de l'hygiène et du bien-être des populations.

B3 D'adopter des mesures garantissant un approvisionnement de base en eau potable à l'intérieur de l'habitation ou le plus près possible de celle-ci, et exiger des gouvernements qu'ils ga-

rantissent un approvisionnement minimal en eau pour les personnes vivant dans des situations de pauvreté.

B4 D'inclure les habitudes culturelles non préjudiciables et les droits ancestraux de la population dans le droit et les dispositifs réglementaires des pays.

B5 De soumettre au contrôle public la gestion des services publics d'approvisionnement et d'assainissement.

B6 D'ajuster et de maîtriser la demande en eau en s'appuyant sur des critères éducatifs, informatifs, participatifs et tarifaires.

B7 De réduire le retard des systèmes ruraux d'approvisionnement à travers l'échange d'expériences et de modèles de gestion participative adaptés à la population usagère.

B8 De favoriser et d'appliquer des technologies à faible impact environnemental qui permettent les économies d'énergie, la désalinisation et l'utilisation de l'eau de mer, la récupération d'eaux de pluie et de brouillard, l'épuration ainsi que la régénération et la réutilisation de l'eau, avec une efficacité élevée en termes de consommation énergétique de manière à renforcer les énergies durables.

B9 De considérer l'agriculture non seulement comme un secteur économique, mais aussi comme un secteur stratégique, compte tenu des prévisions de croissance démographique.

B10 De promouvoir et de diffuser des mesures visant à améliorer les systèmes d'irrigation, afin de garantir une plus grande efficacité hydro-énergétique.

B11 De définir des modèles financiers robustes et dotés de garanties, entre pays et institutions, qui permettent de se procurer des capitaux sur le marché afin d'investir, d'une part, dans les infrastructures hydrauliques nécessaires à la fourniture de services publics d'approvisionnement et d'assainissement, et, d'autre part, dans la formation des ressources humaines.

B12 D'appliquer des critères de rationalité économique qui mettent l'accent sur l'efficacité et la durabilité tout en intégrant des principes de justice sociale et environnementale dans la gestion de l'eau.

B13 D'établir des politiques intégrées permettant de faciliter la réaffectation de l'eau à différents usages, à condition que cela contribue à l'amélioration de l'efficacité économique et de la qualité environnementale.

B.14 De faire en sorte que les citoyens soient coresponsables de la gestion intégrée de l'eau et du développement durable.

B.15 D'aider les citoyens à prendre conscience du fait que l'eau est, outre une ressource à usage humain, un patrimoine de tous les êtres vivants.

ZARAGOZA 2008.

UNE EXPOSITION DURABLE

Cette Charte de Zaragoza 2008 sera transmise au Secrétaire général de l'Organisation des Nations Unies, au Bureau International des Expositions ainsi qu'au gouvernement espagnol afin d'en promouvoir les recommandations.

L'ensemble des documents sur lesquels repose cette Charte (rapports, débats, synthèses, conclusions...) et qui constituent un véritable héritage à partager, sont fournis dans les annexes qui composent le Legado (Legs) et la Caja Azul (Boîte Bleue). L'Espagne, en tant que pays d'accueil de l'Exposition Internationale 2008, sera chargée de la conservation de cette documentation.

Saragosse, le 14 septembre 2008

Jour de la Clôture de l'Exposition Internationale Zaragoza 2008.

CRÉDITS

AUTEURS

Baigorri, Artemio
 Bastida, Germán
 Cajigas, Ángel
 Celma Celma, Francisco Javier
 Cubillo González, Francisco
 Garrido, Raymundo José
 Gaviria, Mario
 González del Tánago, Marta
 Guijarro, Luis
 Maestu Unturbe, Josefina
 Moreno, José Manuel
 Sáenz de Miera, Gonzalo
 Sarria Santamera, Antonio
 Torres Corral, Miguel
 Vallejo Calzada, Ramón
 Viñuales, Víctor

Acevedo, Miguel F.
 Adams, Richard
 Aguilar, Enrique
 Aguirre, Javier
 Ahmed, Zahra R.
 Alcamo, Joseph M.
 Almeida Vilella, Alexandre
 Alonso, Mercedes
 Álvarez, Guadalupe
 Amoré, Luiz
 Andah, Winston
 Andreini, Marc
 Anton, Barbara
 Arana Zegarra, Marco
 Arias Fernández, María Enriqueta
 Arlosoroff, Saul
 Arrojo, Pedro
 Artaxo, Paulo
 Arzet, Klaus
 Asunción Higuera, Mar
 Awuah, Esi
 Azqueta, Diego
 Bainbridge, David A.
 Bakker, Marloes
 Barberán Ortí, Ramón

Barkin, David
 Barry, Boubacar
 Battaglini, Antonella
 Baú, João
 Bauer, Carl J.
 Belamari¹, Fatiha
 Belenguer Sánchez, María Dolores
 Bellot, Juan F.
 Benayas del Álamo, Javier
 Berrini, Maria
 Binder, Walter
 Bindi, Marco
 Bjornlund, Henning
 Blair, John M.
 Blanco Orozco, Mariano
 Blanco, Julián
 Boada, Marti
 Bonnet, Jean François
 Bono, Lorenzo
 Bosco Senra, João
 Botey, Juan
 Bruttomesso, Rinio
 Buch, Mario
 Bueno Bernal, Víctor
 Bunch, Martin
 Busquet, Joan
 Butler, David
 Butterworth, J.A.
 Caballero Quintana, Andrés C.
 Cabrera Haro, Patricio
 Cabrera, Enrique
 Calatrava Leyva, Javier
 Campo, Iñaki del
 Cantin, Bernard
 Cañada Guallar, María Victoria
 Cañón, Julio,
 Carlton, Dennis William
 Carlton, Jane Berkowitz
 Casassa, Gino
 Castro Lahóz, Francisco
 Chan, Ngai Weng
 Chowdhury, Samir

Cillero Floren, Alfredo	Galdós Aller, Jesús
Cisneros Britto, Julio Cesar	Gallardo, Adolfo
Cobacho, Ricardo	García de Jalón, Diego
Cohen, Stewart J.	Garrote de Marcos, Luis
Collins, Drew	Gaviria, Mario
Colóm de Morán, Elisa	Gerber, Jürg
Corominas Masip, Joan	Gilbert, Olivier
Correas Usón, Luis Carlos	Goldenstein, Stela
Correia, Francis	Gómez López, Luis
Cortina, Jordi	Gómez Orea, Domingo
Costa, Geraldo	Gómez Ramos, Almudena
Costa, Heloisa	González Alonso, Santiago
Couchoud, Milagros	González Serrano, Luis
Cubasch, Ulrich	González, Javier
Cunha, Luis Veiga da	González, Oscar
Darteh, Bertha	Gordon Rapoport, José
Dausa, Raul	Gracia, Carlos
Dellapenna, Joseph W	Gradolph, Juan
Delly Priscoli, Jerry	Griffin, Ronald Curtis
Deyonge, Sandra	Guevara Villavicencio, Octavio
Dias, Janise	Gupta, Shreekant
Díaz de León Barroso, Urbano	Haas, A.
Donoso, Guillermo	Haddadin, Munther
Donzier, Jean François	Hall, David
Dziegielewska Geitz, M.	Hanak, Ellen
Egea, Pilar	Hank, Tobias
Embid Irujo, Antonio	Heisler-White, Jana L.
Embid Irujo, Antonio	Hermoza, Jose
Entralgo Layunta, José Ramón	Hernández Moreno, Enrique
Espinosa Sarria, Magaly	Howden, S. Mark
Estrela, Teodoro	Howitt, Richard
Etgen, John	Huelin Franquelo, Maria
Fadel Ndaw, Mouhamed	Ibáñez Carranza, Juan Carlos
Falo Fornies, Francisco	Indij, Damian
Fariñas, Manuel	Jahn, Jean Marc
Favero Brocchi, Dalto	Jiménez Fernández de Palencia, Alejandro
Fernández López, Carlos Alberto	Jung, Gerlinde
Fisher, Franklin M.	Juran, Ilan
Fraguas Herrero, Alberto	Katz, David
Francescutti, Pablo	Khan, Mobarak Hossin
Frey, Vincent	Kirketerp, Christiane
Gabbielli, Emilio	Klein, Gary

Kleiner, Yehuda	Melo Baptista, Jaime
Knapp, Alan K.	Membuela, J.A.
Knauer, Sônia	Mendiluce, María
Knutson, Cody L.	Messaoud, Terra
Kraemer, Alexander	Migues, Gustavo
Kundzewicz, Zbigniew W.	Millán, Millán M.
Kunstmann, Harald	Minta, Aboagye
La Calle Marcos, Abel	Mohanty, Nirmal
Laboranti, Claudio	Mollard, Eric
Lama Pedrosa, Beatriz	Monje, Crisitina
Lara, Marlon	Montoya Cañas, John
Larrain Aspillaga, Felipe	Moreira Rato, Rodrigo
Lasa García, Vladimir	Mori, Mitsuru
Lattermann, Sabine	Morrison, Karen
Laube, Wolfram	Muñoz Jiménez, Julián
Laux, Patrick	Naicker, Keith M
Le Strat, Anne	Nascimento, Nilo
Leahy, Stephen	Navarro Espada, Carlos Javier
Leichenko, Robin M.	Naveh, Nir
Liebe, Jens.	Newborne, Peter
Liebers Baldivieso, Arturo	Nguyen, Bruno
Lilliestam, J.	Nieto, Ignasi
Linares, Pedro	Nobre, Carlos
Llamas, M. Ramón	Nordstrom, Saba
Lobina, Emanuele	O'Brien, Karen L.
López de las Huertas, Adrián Martín	Ollero Ojeda, Alfredo
López Martos, Juan	Ontañón Nasarre, Nazaret
López Vera, Fernando	Orbe, Hektor
Luege Tamargo, José Luis	Orosa Monteso, Verónica
Luizao, Flávio	Orozco, Aura Lyli
Lund, Jay R.	Ouibiga, Harouna
Maceira Rozados, Alejandro	Pahl-Wostl, Claudia
Maneja, Roser	Palutikof, Jean
Manning, N.	Papp, Kálmán
Manzi, Antonio	Pardo, Miguel Ángel
Marcen Alberó, Carmelo	Perales Momparler, Sara
Marchena, Manuel Jesús	Pérez Leblic María Isabel
Margot Parkes,	Pérez Llorens, José Lucas
Maria Saleth, Rathinasamy	Petrella, Riccardo
Martín Carrasco, Francisco	Piernavieja, Gonzalo
Martín Rosales, Wenceslao	Pires Cardoso, Manfredo
Mata, Luis J.	Pizano Callejas, Jorge Enrique
Mazzeo, Claudia Nora	Pochat, Victor

Pozo, Cristina del	Shahzad, Irfan
Prieto, Fernando	Shechter, Mordechai
Pulido, Antonio	Silva, C. da
Pulwarty, Roger S.	Smet, Jo
Qaraeen, Eman	Smith, Melinda D.
Quiñones Jalisto, Lucio	Snoy, Bernard
Rajani, Balvant	Solanes, Miguel
Ramírez, José Javier	Steinitz, Carl
Ramos Alcalde, Belén	Sturzenegger German
Rayón Martín, Fernando	Subramanian, Ashok K.
Redfearn, Howard	Sutherland, A.
Renard, Nicolas	Swalley, David
Robledo, Gustavo	Tal, Alon
Rocco, Américo	Taylor, Ben
Rodríguez Briceño, Emiliano	Urquiza Estada, Manuel M.
Rodríguez Sandoval, José	Urrea Mallebrera, Mario Andrés
Rodríguez, Andrés	Vairavamoorthy, Kalanithy
Rodríguez, Diego	Valdés, Juan B.
Rojo, Leopoldo	Valencia Vargas, Juan Carlos
Romero Tierno, César	Valle, Javier del
Rooney, Tom	van de Giesen, Nick
Rose, Robert J.	van Schaik, Henk
Rueda Martínez de Santos, José Ramón	Vargas Amelin, Elisa
Ruiz de la Torre, Juan	Vela Pardos, Noelia
Ruiz Mateo, Antonio	Vela Plaza, Cristina
Ruiz Ruano, Iciar	Venema, Henry
Ruiz, Paloma	Verhagen, J.
Rukunga, Gerald K.	Verheijden, Christine
Salas, Jorge	Wagner, I.
Saldaña Rodríguez, Juan Francisco	Werthmann, Christian
Sánchez Rodríguez, Pedro Luis	Wilby, Robert L.
Sánchez Tamarit, Sici	Willstedt Mesa, Heikki
Sancho Díaz, Javier	Wiltshire, Mike
Sandín Vázquez, María	Wolff, Gary
Sandoval, Ricardo	Yagüe Córdova, Jesús
Sanz, Miguel Ángel	Young, Mike
Sanz, Z.	Zarzo Martínez, Domingo
Sauga, Gema de la Cruz	Zeledón, José Miguel
Saunders, J. Owen	Zorrilla, Julio
Schemenauer, Robert S.	
Schmidt, Wolf-Peter	
Segura Graiño, Ricardo	
Serrano Rodríguez, Antonio	
	Tribuna del Agua de Expo Zaragoza 2008

SOCIEDAD ESTATAL EXPOAGUA ZARAGOZA 2008

PRÉSIDENT

Roque Gistau

DIRECTEUR GÉNÉRAL DES OPÉRATIONS ET DES CONTENUS

Jerónimo Blasco

DIRECTEUR GÉNÉRAL DE LA CONSTRUCTION

Eduardo Ruiz de Temiño

DIRECTEUR GÉNÉRAL DES RESSOURCES ET MOYENS

José Luis Murillo

RESPONSABLE JUDICIAIRE DU SECRÉTARIAT DE DIRECTION

Ignacio Salvo

Directeur du Cabinet de la Présidence

José María Ortega

DIRECTEUR GÉNÉRAL ADJOINT DES OPÉRATIONS ET DES CONTENUS

Francisco Pellicer

DÉPARTEMENT RESPONSABLE DES PUBLICATIONS, DOCUMENTATIONS ET CONTENUS

Javier Albisu Iribe

DIRECTEUR DE LA TRIBUNE DE L'EAU

Eduardo Mestre

CHEF DÉPARTEMENT DES CONTENUS

David Baringo

CHEF DÉPARTEMENT DES ÉVÉNEMENTS PARALLÈLES

Eva Zuazua Schücker

COORDINATEUR DES SEMAINES THÉMATIQUES

Carlos Rodríguez Casals

PRÉSIDENT DE COMITÉ SCIENTIFIQUE DE LA TRIBUNE DE L'EAU

Juan López Martos

COLLABORATEUR SCIENTIFIQUE

Ricardo Segura

EQUIPE DE LA TRIBUNE DE L'EAU

David Corellano

Sara Delgado Castillo

Javier Del Valle

Elena García Rubio

José Espona

Raymundo Garrido

Josué I. Hernández

Eduardo Jara Roncati

Cintia Liz Santiago

Santiago Marco Mommens

Patricia Martín Díaz

Alfonso Pardo

Pilar Pérez Cebrián

Lucía Soriano

Jorge Tabuena

María Pilar Torres Solanot

Gaizka Urresti

Javier Aparici

Javier Arbués

Bárbara Ávila

David Barco Val

Carlos Enrique Bayo

Olga Becerril

Luis Carlos Betes

Carmen Brusel Muñoz

Nuria Calleja

Antonio Casado Rubio

Juan Andrés Clavera

Diego Colón de Carvajal Perales

José Luis Fernández Gutiérrez

Pablo Gómez

Pilar González Meyagui

Miguel Lobera

M^{re} Rosa Medina

Maite Puntos

Wilmer A. Ruiz Rickly

Francisca San José Pérez

Luis Seguí Amórtegui

Marisa Sesé Tizón

Carlos Val

© ÉDITION:

Expoagua Zaragoza 2008 S.A.

TRADUCTIONS

GLS Servicios Lingüísticos y Target Traductores

DESIGN

El Vaso. Estudio de diseño y comunicación

IMPRESSION

INO Reproducciones

© TEXTES:

Ses auteurs

© IMAGES ET ILLUSTRATIONS:

Ses auteurs

Première édition:

Février, 2009

Tous droits réservés sur cette édition

Imprimé en Espagne

Imprimé sur papier écologique, sans chlore et provenant de forêts dont la gestion durable est certifiée

D.L.:



SOCIOS



PATROCINADORES



PATROCINADORES DE CONTENIDO



MEDIOS PATROCINADORES

ARAGÓN RADIO • ARAGÓN TV • COPE • Grupo HERALDO DE ARAGÓN • Grupo INTERECONOMÍA • Grupo PRISA
Grupo ZETA • HACHETTE FILIPACCHI • RTVE • UNIDAD EDITORIAL • VOCENTO

MEDIOS COLABORADORES

EL CONFIDENCIAL • Grupo ARAGÓN DIGITAL • Grupo EL PROGRESO • Grupo JOLY • PERIODISTA DIGITAL • PROMECAL • TELEVISIÓN CASTILLA Y LEÓN



PLAN DE DIVULGACIÓN EDITORIAL
DEL CONOCIMIENTO DEL AGUA
Y DESARROLLO SOSTENIBLE



Sponsors de Tribune de l'Eau

