

WATER: WERELDWIJD EN WAARDEVOL
L'EAU: UNE VALEUR MONDIALE
WATER: WORLDWIDE AND WORTHWHILE

Y. VERHASSELT (Ed.)

KONINKLIJKE ACADEMIE

VOOR

OVERZEESE WETENSCHAPPEN



ACADEMIE ROYALE

DES

SCIENCES D'OUTRE-MER



UNITED NATIONS OFFICE BRUSSELS
UNITED NATIONS INFORMATION CENTRE FOR THE BENELUX

1998

WATER: WERELDWIJD EN WAARDEVOL
L'EAU: UNE VALEUR MONDIALE
WATER: WORLDWIDE AND WORTHWHILE

Symposium
Brussel – Bruxelles – Brussels
23.03.1998

Y. VERHASSELT

KONINKLIJKE ACADEMIE

VOOR

OVERZEESE WETENSCHAPPEN

ACADEMIE ROYALE

DES

SCIENCES D'OUTRE-MER



UNITED NATIONS OFFICE BRUSSELS
UNITED NATIONS INFORMATION CENTRE FOR THE BENELUX

1998

KONINKLIJKE ACADEMIE
VOOR
OVERZEESE WETENSCHAPPEN

ACADEMIE ROYALE
DES
SCIENCES D'OUTRE-MER

Defacqzstraat 1 bus 3
B-1000 Brussel (België)

rue Defacqz 1 boîte 3
B-1000 Bruxelles (Belgique)

Tel. (02) 538.02.11
Fax (02) 539.23.53
E-mail: kaowarsom@skynet.be

Tél. (02) 538.02.11
Fax (02) 539.23.53
E-mail: kaowarsom@skynet.be

ISBN 90-75652-12-7
D/1998/0149/3

INHOUDSTAFEL - TABLE DES MATIERES - CONTENTS

Woord vooraf / Avant-propos / Foreword	5-6-7
--	-------

Inleiding — Introduction

M. GRAULICH. — Allocution d'ouverture / Openingsrede	11
R. LENTON. — Water since Rio	13

Water en gezondheid — Eau et santé Water and Health

P. FIERENS. — Exposé introductif	23
P. GIGASE. — Water en gezondheid: van levensnoodzakelijk tot levensgevaarlijk	25
H. NICOLAI & P. SALMON. — Eau et santé dans le monde méditerranéen. Permanence de la question depuis l'antiquité gréco-romaine	37
A. PROST. — L'impact sur la santé de l'investissement dans le secteur de l'eau	51
Bespreking / Discussion	59

Water en natuur — Eau et nature Water and Nature

J.-J. SYMOENS. — Exposé introductif	65
J.-C. MICHA & F. MALAISSE. — Zones humides tropicales et ressources biologiques	69
J.J. PETERS. — Les crues exceptionnelles: un risque naturel ou un désastre causé par l'Homme	91
D. KRAEMER. — Water Resources Assessment: Worldwide and Worthwhile	109
Bespreking / Discussion	123

Water en economie — Eau et économie Water and Economy

F. SUYKENS. — Inleidende uiteenzetting	127
E. HAERINCK. — Water en het oude Nabije Oosten	129

H. PAELINCK. — Water en transport langs het water als elementen van duurzame economische ontwikkeling	139
---	-----

Besluit — Conclusion

R. JOLLY. — Water and Human Rights — The Challenge of the 21st Century	165
W. LOY. — Besluit	175

Woord vooraf

Ter gelegenheid van de vijfde verjaardag van de Conferentie van Rio (1992) en de vijftigste verjaardag van de Rechten van de Mens (1948), namen de Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen en het Bureau van de Verenigde Naties en het VN-Informatiecentrum voor België, Nederland en Luxemburg en Verbindingsbureau met de Instellingen van de Europese Unie het initiatief voor de organisatie van een symposium met internationaal karakter over „Water: wereldwijd en waardevol”.

Dit symposium vond plaats op 23 maart 1998, daags na de Wereld Waterdag, in het Paleis der Academiën te Brussel en werd bijgewoond door ZKH Prins Laurent en talrijke prominenten.

De panelstructuur van deze studiedag gaf een groot aantal deskundigen — onder wie vertegenwoordigers van de *World Health Organization* (WHO), de *World Meteorological Organization* (WMO), de *United Nations Development Programme* (UNDP) en leden van de drie Klassen van de Academie — de gelegenheid om enkele aspecten van dit thema te belichten.

Graag wil ik de Heren Bruce Jenks en Erick de Mul, respectievelijk gewezen en huidige directeur van het Bureau van de Verenigde Naties, Mevrouw Ria Heremans, *Officer-in-Charge* van het VN-Informatiecentrum, M. Michel Graulich, Voorzitter van de Academie, en M. Walter Loy, Voorzitter van de „Werkgroep Water”, danken voor de prettige samenwerking. Dank ook aan de VN-sprekers en alle leden van de Academie die hetzij als moderator, hetzij als spreker hebben bijgedragen tot het welslagen van deze dag.

Yola VERHASSELT
Vast Secretaris van de
Koninklijke Academie
voor Overzeese Wetenschappen

Avant-propos

A l'occasion du cinquième anniversaire de la Conférence de Rio (1992) et du cinquantenaire des Droits de l'Homme (1948), l'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer, conjointement avec le Bureau des Nations Unies, le Centre d'Information des Nations Unies pour la Belgique, les Pays-Bas et le Luxembourg et le Bureau de Liaison avec les Institutions de l'Union Européenne, ont entrepris d'organiser un symposium à caractère international sur «L'eau: une valeur mondiale».

Ce symposium s'est tenu le 23 mars 1998, le lendemain de la Journée Mondiale de l'Eau, au Palais des Académies à Bruxelles en présence de SAR le Prince Laurent et de nombreuses personnalités.

La structure en panels de cette journée d'étude a permis à un grand nombre d'experts — parmi lesquels des représentants de la *World Health Organization* (WHO), de la *World Meteorological Organization* (WMO), du *United Nations Development Programme* (UNDP), ainsi que des membres des trois Classes de l'Académie — de mettre en lumière quelques-uns des nombreux aspects de ce thème.

Je tiens ici à adresser mes remerciements à Messieurs Bruce Jenks et Erick de Mul, respectivement ancien et actuel directeur du Bureau des Nations Unies, Madame Ria Heremans, *Officer-in-Charge* du Centre d'Information des Nations Unies, M. Michel Graulich, Président de l'Académie, et M. Walter Loy, Président du «Groupe de travail Eau» pour leur précieux concours. Ma reconnaissance va aussi aux orateurs des Nations Unies et à tous les membres de l'Académie qui, soit en qualité de modérateur, soit d'orateur, ont contribué à la réussite de cette journée.

Yola VERHASSELT
Secrétaire perpétuelle de
l'Académie Royale
des Sciences d'Outre-Mer

Foreword

On the occasion of the fifth anniversary of the Rio Conference (1992) and the fiftieth anniversary of the Human Rights (1948), the Royal Academy of Overseas Sciences, jointly with the United Nations Office, the United Nations Information Centre for Belgium, the Netherlands and Luxembourg and the Liaison Office with the Institutions of the European Union, took the initiative in organizing an international symposium on “Water: Worldwide and Worthwhile”.

The symposium took place on 23rd March 1998, the day after the World Water Day, in the “Palais des Académies” in Brussels before HRH Prince Laurent and many personalities.

The panel structure of this seminar allowed a large number of experts — among whom representatives from the World Health Organization (WHO), the World Meteorological Organization (WMO), the United Nations Development Programme (UNDP), as well as members of the three Sections of the Academy — to develop some of the numerous aspects of this subject.

I would like to express my thanks for their precious cooperation to Messrs Bruce Jenks and Erick de Mul, respectively former and present director of the United Nations Office, Mrs Ria Heremans, Officer-in-Charge of the United Nations Information Centre, Mr Michel Graulich, President of the Academy, and Mr Walter Loy, President of the “Work Group Water”. My acknowledgements also go to the United Nations speakers and to all the members of the Academy who, either as moderator or speaker, have made this seminar successful.

Yola VERHASSELT
Permanent Secretary of
the Royal Academy
of Overseas Sciences

INLEIDING — INTRODUCTION

Water: wereldwijd en waardevol

L'eau: une valeur mondiale

Water: Worldwide and Worthwhile

Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen

Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer

United Nations Brussels

pp. 11-12 (1998)

Allocution d'ouverture / Openingsrede

par / door

Michel GRAULICH*

Monseigneur, Excellences,
Mesdames et Messieurs,
Chers Consœurs et Confrères,

Le symposium qui nous réunit, et auquel je suis très heureux de pouvoir vous souhaiter la bienvenue, a lieu à un moment on ne peut plus choisi. Nous nous trouvons en effet au lendemain de la Journée mondiale de l'eau, cinq ans après les recommandations formulées par la Conférence de Rio et cinquante ans, presque jour pour jour, après la Déclaration universelle des Droits de l'Homme: il aurait été difficile de trouver une date plus chargée de sens et de symbolisme pour nous pencher sur les problèmes de plus en plus lancinants que pose l'eau au monde d'aujourd'hui.

Dans le Mexique ancien, la divinité de l'eau, celle qui, disait-on, en était la personnification, s'appelait «Celle à la jupe de jade» car, pour ces Indiens, le jade était la beauté et la richesse par excellence. C'est de l'eau, l'informe des temps primordiaux, qu'était née la terre, c'était elle qui régénérât l'homme en purifiant le nouveau-né et en lavant les péchés, c'était elle encore qui le punissait en le noyant. Trésor des dieux de la terre et de la pluie, élément vital par excellence, on l'assimilait au sang, «l'eau précieuse», et on en était même venu, chez les Aztèques, à imaginer que l'univers ne continuerait à exister que si le soleil et la terre étaient régulièrement abreuvés de cette eau précieuse, puisée dans le corps d'hommes sacrifiés.

Il est vrai que ces anciennes civilisations devaient peut-être à l'eau leur naissance même. C'était dans les vallées et les bassins que les premières multitudes s'étaient réunies, c'était là qu'on s'était entretenu et entraidé pour l'eau, c'était

* Président de l'Académie, rue Defacqz 1 boîte 3, B-1000 Bruxelles (Belgique). / Voorzitter van de Academie, Defacqzstraat 1 bus 3, B-1000 Brussel (België).

là qu'on avait appris à la contrôler et à la répartir par l'irrigation et l'aménagement d'îlots artificiels dans des lacs et des marais saisonniers, c'est ainsi qu'on avait créé les premiers Etats.

Notre monde s'étant retréci jusqu'à devenir, dit-on, un village planétaire, l'eau est devenue une valeur mondiale. Mais une valeur qu'on a oublié de regarder comme la richesse par excellence et le moteur du monde, alors que ceux qui la consomment, l'utilisent et la souillent se sont multipliés de manière inimaginable.

C'est de cette valeur universelle de l'eau que traite le présent symposium. Il est le résultat de la collaboration entre le Bureau et le Centre d'Information des Nations Unies et l'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer. Après la Journée d'information sur «Les problèmes de l'environnement dans le Tiers-Monde» (le 7 juin 1986) et celle sur «La prévention des catastrophes naturelles» (le 16 novembre 1989), ce symposium international nous donne une nouvelle occasion de coopération. Nous tenons à exprimer aux Nations Unies toute notre reconnaissance.

Le sujet est énorme. Il y a tout le cycle de l'eau, son passé et son avenir, les problèmes que posent et les possibilités qu'offre sa gestion en amont et en aval. Il y a le drainage, l'irrigation, les stockages et les barrages, avec leurs avantages et leurs dangers. Il y a les inondations et les sécheresses, les pollutions de tout ordre, les épidémies, les conflits armés, mais aussi les possibilités énormes offertes au transport ou aux industries. Et puis il y a la question capitale de la répartition équitable des ressources, de manière à respecter le droit de chacun à une eau de qualité.

Het was natuurlijk ondenkbaar alles in één dag aan te snijden. Een *ad hoc* werkgroep, voorgezeten door onze Confrater Walter Loy, stelde het onderwerp voor dat ons hier verenigt: „Water: wereldwijd en waardevol”. Dit multidisciplinaire thema heeft het dubbele voordeel van tegelijk ruim en precies te zijn en van de deelname toe te laten van de drie Klassen van de Academie die, elk vanuit haar oogpunt, de nadruk zal leggen op de waarde van het water en op de noodzakelijke responsabilisering en coöperatie van de wereldbevolking.

Le symposium comprend trois volets qui considéreront l'eau successivement sous les angles de la santé, de la nature et de l'économie. Des représentants des Nations Unies interviendront dans les volets et au début et à la fin du symposium, en traitant de l'eau après les recommandations de la Conférence de Rio et de la question cruciale des Droits de l'Homme en la matière.

Monseigneur, Excellences, Mesdames et Messieurs, confiant que cette journée sera fructueuse et répondra à vos attentes, je donne la parole à M. Roberto Lenton, «Director Sustainable Energy and Environment Division, UNDP New York», qui nous parlera de «Water since Rio».

Water: wereldwijd en waardevol

L'eau: une valeur mondiale

Water: Worldwide and Worthwhile

Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen

Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer

United Nations Brussels

pp. 13-19 (1998)

Water since Rio

by

Roberto LENTON*

KEYWORDS. — Freshwater Management; Earth Summit; Agenda 21; Aquatic Ecosystems.

SUMMARY. — The presentation will address the way in which the subject of freshwater management has evolved since the Earth Summit in Rio de Janeiro in 1992. It will begin by summarizing the principal agreements reached in Rio in relation to freshwater and embodied in chapter 18 of Agenda 21. It will then outline the progress that has been made in implementing these agreements: special attention will be given here to new institutional mechanisms that have emerged since that time to assist developing countries to implement sustainable freshwater management programmes that embody the principles of Agenda 21. The presentation will go on to describe some of the ways in which the thinking of the international community has evolved since the Earth Summit, touching on the outcome of recent meetings held in preparation for the deliberations of the Commission on Sustainable Development on Freshwater Management in April. Finally, the presentation will conclude with some thoughts on the challenges that remain if we are truly to manage freshwater systems in ways that advance human development while at the same time protecting and regenerating the health of aquatic ecosystems.

TREFWOORDEN. — Zoetwaterbeheer; Wereldconferentie; Agenda 21; Aquatische ecosystemen.

SAMENVATTING. — *Water sinds Rio*. — In deze voordracht wordt de manier waarop het zoetwaterbeheer sedert de Wereldconferentie van Rio de Janeiro van 1992 evolueerde, behandeld. Eerst worden de voornaamste overeenkomsten die in Rio m.b.t. zoetwater werden bereikt, en die opgenomen zijn in

* Director, Sustainable Energy and Environment Division, UNDP, New York (USA).

hoofdstuk 18 van Agenda 21, opgesomd. Vervolgens wordt de vooruitgang die bij de implementatie van deze overeenkomsten werd gemaakt, belicht: bijzondere aandacht gaat naar nieuwe institutionele mechanismen die sedertdien opdoken om ontwikkelingslanden bij te staan bij het toepassen van duurzame zoetwaterbeheersprogramma's waarin de principes van Agenda 21 terug te vinden zijn. Daarna worden enkele richtingen beschreven waarin het denken van de internationale gemeenschap sedert de Wereldconferentie is geëvolueerd, met aandacht voor de resultaten van recente vergaderingen belegd ter voorbereiding van de deliberaties van de Commissie voor Duurzame Ontwikkeling van Zoetwaterbeheer in april. De bijdrage wordt besloten met enkele bedenkingen over de uitdagingen die blijven bestaan indien we zoetwatersystemen echt willen beheren op een manier die terzelfder tijd de menselijke ontwikkeling bevordert en de gezondheid van aquatische ecosystemen beschermt en regenereert.

MOTS-CLES. — Gestion de l'eau douce; Conférence Mondiale; Agenda 21; Ecosystèmes aquatiques.

RESUME. — *L'eau depuis Rio*. — L'exposé abordera la façon dont a évolué le thème de la gestion de l'eau douce depuis la Conférence Mondiale de Rio de Janeiro en 1992. Nous résumerons d'abord les principaux accords conclus à Rio en relation avec l'eau douce et formulés au chapitre 18 de l'Agenda 21. Ensuite, nous esquisserons les progrès effectués dans la mise en œuvre de ces accords: une attention toute particulière sera ici portée aux nouveaux mécanismes institutionnels apparus depuis lors afin d'aider les pays en développement à appliquer les programmes de gestion durable de l'eau douce comprenant les principes de l'Agenda 21. Pour suivre, nous décrirons quelques-unes des façons dont la pensée de la communauté internationale a évolué depuis la Conférence Mondiale. Ainsi sera évoquée l'issue des récentes réunions préparatoires aux délibérations en avril de la Commission pour le Développement Durable de la Gestion de l'Eau Douce. Nous conclurons cet exposé par quelques réflexions sur les défis à relever en vue d'une réelle gestion des systèmes d'eau douce susceptible de contribuer au développement de l'humanité tout en protégeant et régénérant la santé des écosystèmes aquatiques.

*
* *

Thank you for inviting me to join you in this seminar on "Water: Worldwide and Worthwhile", organized by the Royal Academy of Overseas Sciences on the occasion of World Water Day. The Academy should be congratulated on its foresight in organizing this seminar, and I am delighted to have the opportunity to share some of my thoughts with you this morning.

My overall topic, as you know, is the path that the international community has taken, since the Earth Summit in Rio de Janeiro in 1992, in the area of freshwater management. I would like to do this in four steps.

First, I would like to recall the main achievements of the Earth Summit in the area of water and environment.

Second, I would like to outline the progress made since Rio.

Third, I would like to describe some key ways in which the thinking of the international community has evolved since the Earth Summit.

And fourth, I would like to conclude with some thoughts on the challenges that remain if we are truly to manage freshwater systems in ways that advance human development while protecting and regenerating the health of aquatic ecosystems.

Let me stress at the start that my focus is especially on the developing countries. Although freshwater concerns are global, and both industrialized and developing countries face serious water management challenges, it is the developing countries that face more sharply the twin challenges of poverty and environmental degradation. And it is they that have the least capacity to develop and implement freshwater management strategies to address these challenges.

Main Achievements of the Earth Summit

Let me start with the main outcomes of the Earth Summit in relation to freshwater management. In this context, I would like to make three remarks.

First, the Earth Summit (including the preparatory conference in Dublin on water and the environment) was useful in clearly delineating the threats that the world faces in the area of freshwater management. The Summit drew attention to the overall threat of water scarcity in many countries and to the potential impacts of climate change on the hydrologic cycle. As importantly, the Summit also drew attention to the specific challenges that the world faces in managing water for food security, human health, and the health of aquatic ecosystems, while at the same time reminding us all of the threats to social, economic and political stability that result from increased water scarcity.

Second, the Dublin meeting was exceptionally useful in enumerating four principles of sustainable water management, which still form the basis for much of what is said and done in the field today: the need for a holistic approach, aimed at both water resources development for human needs as well as ecosystem protection; the requirement for a participatory approach involving users, planners and policy-makers; the imperative for proactive attention to women's needs and roles; and the need for water to be managed as an economic good.

Third, despite the clear delineation of threats and enumeration of principles, the Earth Summit failed to mobilize action on freshwater management. The issue

of freshwater was simply drowned out by the many other issues that appeared at the time of the Earth Summit to be more pressing, such as climate change, the loss of biodiversity, and desertification and drought. The issue of freshwater, while still meriting the longest chapter of Agenda 21, clearly failed to attract the attention it deserved.

Progress since Rio

So now let me turn to the second part of my analysis of the road from Rio, which is the progress that the world has made on this topic in the six years since 1992.

Here, as in all cases, our assessment of progress depends on the yardstick that is used. Is it results on the ground? Is it changes in policies and practices? Or is it shifts in perception and attitudes?

If the yardstick is results on the ground, then clearly the world still has a very long way to go. True, there have been some measurable successes since 1992, mainly in combatting pollution and improving water quality in some key rivers in industrialized countries, and in increasing the absolute numbers of persons in developing countries served with water and sanitation. But the main trends have been negative. In most developing countries, for example, water shortages have increased, water quality has deteriorated, and the stress on freshwater ecosystems has become greater. And huge numbers of people in developing countries still remain without access to adequate water supply and sanitation.

If the yardstick is policies, decisions and actions by governments, then the picture is more positive, though very uneven. At the national level, there have been some promising developments. Several countries in Latin America, for example, have made major reforms in their legal and institutional frameworks, as well as in their water policies and strategies. In particular, these changes have led to a greater participation of the private sector, water users and society as a whole.

At the international level, one very promising development has been the establishment in 1996 of the Global Water Partnership (GWP) by UNDP, the World Bank, and the Swedish International Development Cooperation Agency. The GWP has been conceived as a resource for developing countries that need capacity building, technical assistance and innovative ideas if they are to implement approaches that truly incorporate the Dublin principles. In the two years since its establishment, the GWP has gone a long way towards identifying key needs and gaps, and designing programmes that meet these needs. Importantly, at their semi-annual meeting in Marseille last week, the GWP partners decided to establish a financial support group to support ongoing and new programmes in a systematic manner.

Finally, if the yardstick is increased understanding and comprehension by decision-makers and the public at large, then the progress since the Earth Summit is even more significant. Perhaps the most direct evidence of our progress in these terms is the fact that water is now clearly on the international agenda. The June 1997 UN General Assembly Special Session to review progress since Rio highlighted the need for action on freshwater management, labelled the issue of freshwater management as of the highest priority, and agreed to focus this year's meetings of the Commission on Sustainable Development (CSD), which begin next month, on the issue.

All of this means that the five-year workplan of the CSD following the 1997 review will start with water management. And all of this has, in turn, led to a dramatic increase in international attention on the subject. This year the number of international consultations on freshwater management in preparation for CSD 6 has been unprecedented (and exhausting!). They have included the expert consultation held in Harare in January and attended by close to two hundred experts; the intersessional meeting of the CSD Working Group on Freshwater Management, held in New York two weeks ago; and last week's International Conference on Water and Sustainable Development, held in Paris, which was opened by President Chirac and attended by some six hundred people, including forty ministers.

Evolution in Thinking

Let me now turn to the third step in my analysis of the road from Rio, which is the way in which the thinking of the international community has evolved since that time. Indeed, the set of international meetings to which I have just referred provide an excellent framework for this analysis.

Although clearly there have been many shifts in thinking, I would like to share with you three specific changes that I believe are of the greatest significance.

The first shift is the much greater recognition of the role of freshwater ecosystems in the provision of services for the benefit of mankind, and the role of freshwater in the restoration and maintenance of such natural ecosystems. The single most important outcome of the Harare Experts Group Meeting, in my view, was the fact that the ecosystem approach was discussed with care and in depth, and the conclusions appropriately highlighted in the conference report.

A second shift is the clear recognition of the need for changes in the role of the state. Whereas the Dublin principles emphasized participation by users, planners and policy-makers, the trend today is towards a more fundamental change in approach. For example, the CSD intersessional encouraged governments to establish an enabling environment to facilitate partnerships between public and private sectors and non-governmental organizations. And the Paris

conference specifically called for a partnership between the public and private sectors, in order to mobilize good practice and long-term financing.

And the third shift is the far more specific focus on financial resources and mechanisms. At the Earth Summit, there was a general delineation of budgetary requirements and an overall call for commitment by the international community to the provision of new and additional financial resources. By contrast, the February intersessional meeting called on the international community to give consideration to creating a financial mechanism to promote developing countries' efforts in the development, management, distribution and use of water, which is likely to be discussed at the April CSD meetings. And much of the focus of the Paris meeting was on financing; indeed, the final declaration highlights the issue, calling for the mobilization of adequate financial resources from private as well as public sources, and a much greater emphasis on cost-recovery from the users of such services.

The Challenges

Let me now conclude with the fourth and final step of my analysis of the road from Rio: the challenges ahead.

A most daunting first challenge is that the global community does not have a clear idea of where it wants to go in the area of freshwater management, nor how it should get there! Calls for action are rarely driven by a clear vision of a different future that we want to create for ourselves and our children. Consequently, action plans are only infrequently guided by a coherent strategy, mapping out what needs to be done to go from where we are now to where we want to be.

It is in this context that the recent decision of the World Water Council to prepare a Long-term Vision for Water, Life and the Environment in the 21st Century is greatly welcome. This initiative of study, consultation and analysis, involving a broad range of stakeholders around the world, has the potential to radically transform the way in which thinking and action on freshwater management takes place at both global and national levels. The dream here is to unveil, on World Water Day in the year 2000 (exactly two years from today), a clear statement of the future we want to aim for and the steps we need to take to reach it.

A second challenge is the need to ensure that all countries, and especially developing countries, have access to the resources and expertise necessary to enable them to realize that vision, to develop their own national strategies and turn them into action on the ground. At the present time, many developing countries have little national capacity to conceive and implement sustainable water management programmes that incorporate the principles agreed in global fora. But when they turn to the international community for assistance, often what they find is a chaotic situation of fragmentation and inconsistency.

It is against this background that the Global Water Partnership initiative to which I referred earlier is so much welcome. The dream here is to create a facility in which developing countries can find a one-stop shop and get the very best practical advice on how to advance a reform agenda; get such advice not simply from industrialized countries but also from those developing countries that are pioneering new approaches and implementing comprehensive reforms; and be not simply receivers, but also shapers, of the partnership, playing a strong role in defining what exactly is needed and how that need should be met.

And a third challenge, and perhaps the most significant one, is to ensure that in our visioning, in our strategic development, and in our translation of strategies and plans into action on the ground — in all of this, we remember that our goal is to advance human development rather than simply manage freshwater resources. Most of the advances in theory and practice to which I referred earlier deal with such issues as natural ecosystems, the role of the private sector, and financial resources and mechanisms. In contrast, much less clarity and specificity is present in discussions and declarations on the ultimate goal, the people dimensions of freshwater management. Here, international statements tend to be limited to general references rather than focusing on concrete and well-developed action points regarding equity, the role of women, and the needs of vulnerable groups and the poor.

The challenge here is therefore to move beyond the simple repetition of generic statements. We need to apply to the social and human dimensions of freshwater management the same level of specificity and scientific rigour that is applied to its physical dimensions. In freshwater, as in all aspects of sustainable development, we need precision and clarity in our treatment of the relationship between poverty and environmental degradation. And we need practical knowledge of what works and does not work in the use and management of freshwater as an entry point to further sustainable human development.

Only if we tackle these issues head-on will we have a chance to truly reconcile our goal of advancing human development while protecting and regenerating the health of aquatic ecosystems for the generations to come.

Thank you very much.

**WATER EN GEZONDHEID — EAU ET SANTE
WATER AND HEALTH**

Water: wereldwijd en waardevol

L'eau: une valeur mondiale

Water: Worldwide and Worthwhile

Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen

Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer

United Nations Brussels

p. 23 (1998)

Exposé introductif

par

Paul FIERENS*, modérateur

Dans l'esprit de chacun, l'eau et la santé sont étroitement associées. Il est évident pour tous que sans eau la vie n'est pas possible et, sans aller jusque-là, qu'un approvisionnement en eau insuffisant sur le plan de la quantité et de la qualité compromet gravement la santé. Cela va de soi.

Néanmoins, la problématique de la relation eau-santé est beaucoup plus complexe que ne le fait apparaître ce tableau simpliste. Les auteurs des trois communications qui vont suivre se proposent d'approfondir la question en l'abordant sous des angles différents et de mettre en relief des aspects et des conséquences importantes qui échappent évidemment à l'examen superficiel des non-spécialistes.

* Membre de l'Académie; professeur émérite de l'Université de l'Etat à Mons (Belgique).

Water: wereldwijd en waardevol

L'eau: une valeur mondiale

Water: Worldwide and Worthwhile

Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen

Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer

United Nations Brussels

pp. 25-36 (1998)

Water en gezondheid: van levensnoodzakelijk tot levensgevaarlijk

door

Paul GIGASE*

TREFWOORDEN. — Kwaliteit; Kwantiteit; Menselijke activiteit; Preventieve maatregelen.

SAMENVATTING. — Het verband tussen water en gezondheid kan in vier categorieën ingedeeld worden. In de eerste vorm is de microbiologische of chemische kwaliteit van het water, voornamelijk van het drinkwater, de bepalende factor. In een tweede type van verband is de hoeveelheid water doorslaggevend — zelfs bij niet-optimale kwaliteit — om ziekten veroorzaakt door bevuilde handen of huid, o.m. diarreeziekten, maar ook ziekten van huid en ogen, te vermijden. In een derde vorm is water de verblijfplaats van een tussengastheer, noodzakelijk voor de transmissie van de ziekte. De besmetting gebeurt dan door een of andere vorm van contact met de tussengastheer. In tropische landen vormt schistosomiasis het voornaamste probleem van deze groep. In een vierde en laatste categorie dient water als broedplaats voor verscheidene insecten die ziekten overdragen, o.m. malaria. De nabijheid van water rond de nederzettingen kan in die omstandigheden gevaarlijk worden. Demografische aangroei en verstedelijking gaan de nood aan water vergroten en zwaar doorwegen op de bevoorrading. Het zal steeds moeilijker worden om zowel de kwaliteit als de gewenste kwantiteit water te verzekeren. Een mogelijke oplossing ligt in het ontdebelen van de bevoorrading, enerzijds voor drinkwater en anderzijds voor water van mindere kwaliteit, b.v. voor landbouw en huishoudelijk gebruik. Het gevaar van water voor de gezondheid is zeer overwegend het gevolg van de menselijke aanwezigheid of activiteit. Bevuiling als gevolg van landbouw of industrie overweegt in westerse landen en zal ook snel een probleem worden in ontwikkelingslanden. Op dit ogenblik overweegt hier nog steeds bevuiling

* Lid van de Academie; professor emeritus van het Prins Leopold Instituut voor Tropische Geneeskunde, Antwerpen (België).

door humane excreta, vandaar het kapitaal belang van sanitatiemaatregelen om de bevuiling van het water te vermijden. Waterbouwkundige voorzieningen als irrigatienetten of stuwdammen, essentieel voor de ontwikkeling van derdewereldlanden, hadden dikwijls ongewenste gevolgen voor de gezondheid door het ontstaan of het uitbreiden van verblijf- of broedplaatsen van tussengastheren van ziekten van mens of veestapel. Toch wegen deze gevolgen meestal niet op t.o.v. de economische voordelen en de latere weerslag op het algemeen welzijn van deze werken, temeer omdat preventieve maatregelen in de meeste gevallen mogelijk zijn. Wel is er een tekort aan intersectoriële samenwerking op dit gebied en te weinig aandacht voor gelijktijdige globale ontwikkeling o.m. van basisgezondheidsdiensten.

MOTS-CLES. — Qualité; Quantité; Activités de l'homme; Mesures préventives.

RESUME. — *Eau et santé: salubre et délétère.* — On peut distinguer quatre formes de relations entre eau et santé. Dans la première, c'est la qualité microbiologique ou chimique de l'eau, plus particulièrement de l'eau de boisson, qui est le facteur déterminant. Dans la seconde, c'est la quantité d'eau disponible, même si sa qualité n'est pas optimale, qui est essentielle pour éviter les maladies dites des mains sales, entre autres les maladies diarrhéiques, mais aussi des affections de la peau et des yeux. Dans le troisième mode, l'eau constitue l'habitat d'un vecteur indispensable pour la transmission de la maladie. La contamination se fait par l'une ou l'autre forme de contact avec ce vecteur. La schistosomiase constitue le problème de santé principal de ce groupe en milieu tropical. Dans la quatrième et dernière catégorie, l'eau sert de lieu de ponte et de développement de divers insectes vecteurs de maladies, entre autres de malaria. La proximité de l'eau peut alors devenir dangereuse pour les habitants. Croissance démographique et urbanisation vont accroître le besoin en eau et peser lourd sur son approvisionnement. Il deviendra de plus en plus difficile d'assurer à la fois la qualité de l'eau et les quantités souhaitées. Une des possibilités sera de dédoubler les adductions, d'une part pour l'eau potable et d'autre part, pour une eau de moindre qualité à usage domestique ou agricole. Le danger que représente l'eau pour la santé est essentiellement le fait de la présence de l'homme et de ses activités. La pollution due à l'agriculture et à l'industrie prédomine dans les pays occidentaux et menace aussi à court terme les pays en voie de développement, où la pollution par les excréments humains reste encore le gros problème à l'heure actuelle. De là l'importance cruciale des mesures d'assainissement pour prévenir cette pollution. Les aménagements hydrauliques, tels que réseaux d'irrigation et barrages, dont l'importance est essentielle pour le développement des pays du tiers monde, ont eu souvent des conséquences néfastes pour la santé par la création ou l'extension de collecteurs d'eau propices à la présence ou la ponte de vecteurs de maladies importantes pour l'homme ou pour le bétail. Ces conséquences doivent toutefois être relativisées par rapport aux avantages économiques de

ces aménagements et à leur impact ultérieur favorable sur le bien-être général, d'autant plus que la prévention des conséquences défavorables est généralement possible. Il subsiste cependant des lacunes dans la coopération intersectorielle dans ce domaine et trop peu d'attention pour un développement global, entre autres des services de soins de santé de base.

KEYWORDS. — Quality; Quantity; Human Activity; Preventive Measures.

SUMMARY. — *Water and Health: from Vital to Highly Dangerous.* — Four forms of relation between water and health were defined by Bradley. The microbiological or chemical quality of water, especially of drinking water, is essential in *water-borne* diseases. The quantity of available water, even if its quality is not optimal, is a key condition to avoid *water-washed* diseases transmitted by dirty hands, a.o. diarrhoeal, skin and eye diseases. In *water based* diseases, water collections are the habitat of vectors essential to the transmission of diseases. Infection is due to a more or less direct contact with the vector. Schistosomiasis is the principal disease of this group in tropical countries. In the last category, that of *water-related* diseases, water becomes the breeding place of various insect vectors of disease, a.o. malaria. This can make the proximity of water dangerous for human settlements. Population growth and town development are going to increase the demand and will weigh heavily on water supplies. It will become increasingly difficult to guarantee both the quality of water and the desired quantities. Providing separately both high quality drinking water and lower quality water for agriculture or domestic use will have to be considered. The danger that water represents for health is essentially due to human presence and activity. Pollution by industry and agriculture dominates in western countries and will soon also become a threat for developing countries, where faecal pollution remains the major problem at the time. Sanitation measures are therefore all important to prevent pollution of the water supply. Water resource developments as irrigation and man-made lakes, essential for the economy of the third world, had often unwanted consequences on health as a result of the creation or enlargement of lakes and ponds suited for the presence or breeding of vectors of disease of man and cattle. These consequences must however be compared to the benefits of these developments and their later bearing on general well-being, especially since measures of prevention can be taken. There are still shortcomings in intersectorial co-operation in this field and too little attention for global development, including that of primary health care facilities.

*
* *

Water is een hoofdbestanddeel van het lichaam, in voortdurende hernieuwing. De inbreng gebeurt voor één derde door inname van dranken en voor twee derden onder de vorm van water in min of meer vast voedsel. Een lichaam van

70 kg bevat ongeveer 40 l water. De gemiddelde onontbeerlijke hoeveelheid drinkwater bedraagt ongeveer 2,3 l per dag, waarvan een klein deel gevormd door oxydatie van het voedsel. Het verlies aan water gebeurt door urine, faecaliën, zweet en verdamping langs huid en luchtwegen.

In tegenstelling hiermede zijn de hoeveelheden water die de mens gebruikt uiterst variabel. In ontwikkelingslanden worden cijfers van 5 tot 25 l per inwoner en per dag opgegeven in dorpen zonder enige watervoorziening, waar de gebruikte hoeveelheid dan vooral afhankelijk blijkt van de min of meer vlotte toegang tot het water. Die hoeveelheden gaan tot 50 l wanneer er openbare fontein en of waterpompen ter beschikking zijn en tot 90 l en meer wanneer één of meerdere kranen in de woning zelf staan. De werkelijk gebruikte hoeveelheid water is dikwijls lager dan hetgeen voorzien werd in de planificatie voor de watervoorziening. Er is blijkbaar een periode van aanpassing vooraleer het verbruik groter wordt, hetgeen één van de redenen is van de algemeen bekende moeilijkheid om de weerslag van watervoorziening op de gezondheid te evalueren. Ook de kostprijs is afremmend wanneer voor de watervoorziening betaald moet worden. Er moet rekening mee gehouden worden dat het waterverbruik in rurale streken meestal niet de hoeveelheden omvat die nodig zijn voor wassen of schoonmaak van kleren. In industrielanden vergroot het huishoudelijk verbruik snel met cijfers gemiddeld rond 300 l per inwoner per dag en aanzienlijk meer in de steden in West-Europa en tot bijna 1 000 l in Noord-Amerika (World Bank 1997).

Elke aanwending van water heeft uiteindelijk het behoud of het verbeteren van het welzijn van de mens tot doel. Dit overzicht betreft slechts het rechtstreeks verband tussen water en individuele gezondheid en dit vooral in de minder begunstigde delen van de wereld.

In het kielwater van de pastoriaanse gedachten werd het verband tussen water en gezondheid gedurende lange tijd uitsluitend bekeken vanuit het standpunt van de microbiologische kwaliteit van drinkwater. Systematisatie van het verband stoelde op de aard van de besmettende kiem. Vanaf 1970 heeft Bradley een meer globale en bijzonder bevallige classificatie voorgesteld van de verschillende wijzen waarop water de gezondheid kan beïnvloeden (BRADLEY 1974). De Engelse terminologie is ondubbelzinnig, maar moeilijk te vertalen. De indeling betreft uitsluitend infectieziekten maar zou zonder veel moeite ook de tekorten of excessen van chemische aard kunnen omvatten.

In deze classificatie worden vier vormen van verband water-gezondheid onderscheiden: de *water-borne*, *water-washed*, *water-based* en *water-related* ziekten.

De *water-borne diseases* vormen de eerste groep. Deze ziekten staan in rechtstreeks verband met de kwaliteit van het water, d.w.z. met de aanwezigheid van pathogene kiemen of desgevallend van schadelijke organische of anorganische chemische bestanddelen. Twee factoren komen tussen: bevuilding van het water en besmetting van de persoon door het bevuilde water.

Klassieke voorbeelden zijn de historische epidemieën van buikloop die hun oorsprong hadden in het gebruikte water, vooral *cholera*, die ook heden — in minder dramatische endemische toestanden — op deze wijze verspreid wordt. Talrijke andere ziekten vinden hier een plaats, van bacteriële, virale of parasitaire oorsprong zoals *buiktyfus*, verscheidene vormen van *hepatitis*, *giardiasis*, enz. In principe worden deze ziekten opgedaan door inname van water, zelden door contact van de huid met het water, zoals in het geval van de *leptospirosen*. Water speelt hier dus de gemene rol. Hierbij moet opgemerkt worden dat de overgrote meerderheid van ziekteverwekkende kiemen zich niet vernieuwden in het water, zelfs indien ze er min of meer lang kunnen in overleven, en dat ze dreigen weggewerkt te worden door de processen van biologische zuivering.

In de tweede categorie, de *water-washed diseases*, heeft water, meer bepaald de hoeveelheid water, de mooie rol. Hoe meer water, hoe beter en dit vrij onafhankelijk van de kwaliteit, een begrip dat voorheen weinig aan bod kwam. Bij deze ziekten „weg gewassen” door water, bevinden de kiemen zich op de huid, o.m. op de vingers na de ontlasting, en verdwijnen ze door het wassen van de handen. Vooral infectieziekten van de spijsvertering worden aldus voorkomen. In de eerste grote en uiterst dodelijke cholera-epidemieën die de Afrikaanse Sahel teisterden, was het gebrek aan water om de lijkwaden, de lichamen en vooral de handen van verzorgers te wassen, de voornaamste factor van verergering (STOCK 1976). Dit geldt ook voor dysenterie en meer algemeen voor alle zogenaamde „ziekten van de vuile handen”.

Besmettelijke ziekten van de huid worden eveneens in grote mate vermeden door ruime beschikbaarheid van water. Dit is o.m. het geval voor *framboesia tropica*, een vorm van niet-seksueel overdraagbare syfilis, voor *tropische zweren*, die de landbouwers in de rurale tropen lichamelijk ongeschikt maken, voor *schurft*, voor *huidmycosen* en ook ten dele voor ziekten overgedragen door luisen, o.m. *historische vlektyfus*, één van de grootste doders uit de geschiedenis van de mensheid. Het is eveneens het geval voor *trachoma*, een infectieziekte van de ogen, ingewreven door vuile vingers, die nog steeds een belangrijke oorzaak van blindheid blijft op wereldvlak.

In rurale delen van de derde wereld met lage dichtheid van bevolking is de kans van besmetting van de watervoorraad kleiner en blijven de gevolgen van een mogelijke bevuilding lokaal en beperkt. In die omstandigheden blijkt het nuttiger te zijn water in redelijke overvloed te voorzien, dan te trachten tot elke prijs microbiologisch zuiver water te leveren, ten nadele van de hoeveelheid. Naarmate de dichtheid van de bevolking vergroot, wordt dit beginsel nochtans minder vanzelfsprekend en zeker wanneer het gaat om grotere steden. Enerzijds vergroot het verbruik van water en anderzijds wordt een nauwer toezicht op de kwaliteit van het drinkwater noodzakelijk. Aangroei van de bevolking en relatief nog snellere verstedelijking zijn verschijnselen op wereldschaal. Met

hoeveelheden water van meerdere honderden liter per inwoner per dag zal het steeds moeilijker worden uitsluitend water van hoogstaande kwaliteit te leveren. Voor een groot deel van het verbruik, b.v. voor de schoonmaak van woningen, voetpaden of wagens, het doorspoelen van privaten, het besproeien van tuinen, enz., is deze hoogstaande kwaliteit van het water echter niet vereist. In een nabije toekomst zal de oplossing wellicht te vinden zijn in een dubbele stedelijke waterbevoorrading, zoals nu b.v. reeds het geval is in een deel van de stad Wageningen in Nederland, waar zowel drink- als kwelwater afzonderlijk geleverd worden.

De *water-based diseases* vormen de derde groep. Het zijn ziekten waarvan de tussengastheer, die zelf ongevaarlijk is, zich ophoudt in het water. Naast de twee hierboven vermelde factoren vormt de aanwezigheid van de tussengastheer of vector in het water de derde factor. Indien één van de drie ontbreekt, is de transmissie niet mogelijk. De belangrijkste aandoening van deze groep is *schistosomiasis* of *bilharziose*. Stilstaand of traag stromend zoetwater vormt in de tropen de verblijfplaats van een klein aantal algemeen aanwezige slakkensoorten die besmet kunnen worden door de larven van menselijke of dierlijke schistosomen. Dit zijn draadvormige wormen die in de bloedvaten leven en darm-, lever- of nierletsels verwekken, met des te meer waarschijnlijkheid dat hun aantal in het lichaam belangrijk is. Er bestaat een urinaire vorm van de ziekte, endemisch in heel Afrika en in het Nabije Oosten, en twee ruim verspreide intestinale vormen, de ene in Afrika en Latijns-Amerika — als gevolg van de handel in Afrikaanse slaven — en de andere in Oost- en Zuid-Oost-Azië, o.m. in China. Eieren en larven van de parasiet geraken in de darm- of blaasinhoud en aldus uiteindelijk in het water met de uitwerpselen. De larven gaan dan de slakken besmetten. Op hun beurt laten de slakken na enkele weken larven van de tweede generatie vrij in het water die rechtstreeks doorheen de huid dringen bij het baden of andere contacten met water, toevallig of om beroepsredenen. Enkele maanden later zijn de larven volgroeid tot volwassen wormen en beginnen ze op hun beurt eieren te produceren. Wegens het nauw verband met de ontwikkeling van geïrrigeerde landbouw en van stuwdammen en wegens het overgroot aantal besmettingen in tropisch milieu — het gaat om meerdere honderden miljoenen, de meeste gelukkig zonder al te nare gevolgen voor de gezondheid — blijft bilharziose een belangrijk probleem in de ontwikkeling van derdewereldlanden.

Andere voorbeelden van ziekten in deze categorie zijn deze waar de menselijke besmetting gebeurt door inname van rauwe vis waarvan het vlees larven van parasieten vertoont. Het verband met water is dus minder rechtstreeks. Het gaat om wormziekten die o.m. lever en darm kunnen beschadigen en die een bijzonder belang hebben voor de volksgezondheid in Oost-Azië, wegens de traditionele bevlieging voor spijzen op basis van rauwe vis. Naast de mens kunnen alle visetende dieren besmet worden. De wormen waarvan ze dan dragers

zijn leggen eieren die met de uitwerpselen in het water terechtkomen. Aan de ingewikkelde cyclus komen achtereenvolgens bepaalde soorten zoetwaterslakken en vissen te pas. Door de toename van het aantal stuwdammen verbetert de economische toestand van de plaatselijke bevolking, komt meer vis ter beschikking en verergert paradoxaal genoeg het gevaar van besmetting.

In deze derde groep is de keuze van controlemiddelen vrij uitgebreid maar wisselend van ziekte tot ziekte. Meestal is het noch mogelijk noch gewenst de slakken te verdelgen, tenzij op plaatsen waar de bevolking rechtstreeks in aanraking komt met het water. In het geval van bilharziose tracht men de besmetting van water door uitwerpselen te voorkomen en de contacten van de bevolking met water te verminderen, hetgeen niet eenvoudig is. Meer algemeen worden de besmettingen behandeld met bijzondere aandacht voor de zware besmettingen. Het is inderdaad geweten dat enerzijds eens de ziekte aanwezig is, het moeilijk wordt voor de plaatselijke bevolking om aan de besmetting te ontkomen, maar dat anderzijds de meerderheid van de infecties licht zijn en weinig storend voor de gezondheid. Waterbouwkundige werken kunnen de toestand verergeren en dit is herhaaldelijk gebeurd. Het is nochtans mogelijk ze derwijze aan te leggen dat de ontwikkeling of uitbreiding van de ziekte verhindert of geremd wordt.

In het geval van de viswormen in Oost-Azië wordt het probleem bemoeilijkt door de alomtegenwoordigheid van de parasieten bij roofdieren en de moeilijkheid om eetgewoonten te beïnvloeden. Er bestaat wel een doeltreffende behandeling voor beide ziekten.

De vierde en laatste groep is deze van de *water-related diseases*, ziekten waarvan het verband met water nog minder rechtstreeks is. Hier gaat het vooral om de rol van waterbekkens als broed- en groeiplaats van verscheidene insecten die ziekten overdragen zoals muggen en andere tweevleugeligen. Ze leggen hun eieren in het water of in de nabijheid, op drassige plaatsen of in moerassen. Meerdere belangrijke ziekten van de derde wereld behoren tot deze categorie.

Dit is o.m. het geval voor *malaria*, *paludisme* of *moeraskoorts*, dat één van de voornaamste ziekte- en sterfteoorzaken blijft op wereldvlak, voornamelijk bij kinderen. Cijfers van één tot twee miljoen sterfgevallen per jaar worden opgegeven. De overdragers zijn de talrijke soorten *Anopheles*-muggen, waarvan de geschiktheid om malaria over te brengen even wisselend is als de aard van de biotopen waar ze ingepast zijn.

Verscheidene virale ziekten overgedragen door insecten, o.m. diverse soorten muggen, behoren hiertoe. Gekende voorbeelden zijn *gele koorts*, nog steeds een sluimerend gevaar voor Afrika en Latijns-Amerika, *dengue*, waarvan de ernst de laatste tientallen jaren toenam om slecht gekende redenen, mogelijk in verband met de watervoorziening, en *Japanse encefalitis*, een ernstige ziekte, die zich sedert 1930 vanuit Japan uitbreidt in Zuid-Oost-Azië en nu ook Australië bedreigt.

Meerdere vormen van menselijke *filariasis* zijn toe te schrijven aan wormen die zich in verschillende delen van het lichaam kunnen vestigen en waarvan de larven door insecten worden overgedragen. Eén hiervan is verantwoordelijk voor *elefantiasis tropica*, een nog ruim verspreide ziekte met hoge graad van lichamelijke ongeschiktheid. Deze laatste vorm wordt o.m. overgedragen door alomtegenwoordige *Culex*-muggen die o.m. broeden in bevuild stedelijk water, hetgeen niet het geval is voor de andere vermelde muggen. De snelle verstedelijking van de derde wereld in bedenkelijke hygiënische omstandigheden kan bijgevolg een uitbreiding van de ziekte bevorderen.

Onchocercose is een andere vorm van *filariasis*, verantwoordelijk voor oogletsels die tot blindheid leiden, vooral verspreid in tropisch Afrika en in mindere mate in Centraal- en Zuid-Amerika. De ziekte wordt overgedragen door *Simulium*-vliegjes die broeden in waterversnellingen, vandaar de benaming *rivierblindheid* die eraan gegeven wordt. De lichamelijke ongeschiktheid is belangrijk met ernstige weerslag op gebied van economie en demografie.

Al deze ziekten worden in uiteenlopende mate beïnvloed door waterbouwkundige werken. Controle en preventie doen een beroep op maatregelen die min of meer specifiek aangepast zijn aan elk geval. De enige algemene maatregel is stilstaand water of drasland te vermijden of droog te maken in de nabijheid van woonplaatsen, met de nodige bezorgdheid om deze belangrijke biotopen niet nutteloos en onherroepelijk te beschadigen. Watervoorziening kan paradoxaal genoeg ongewenste gevolgen hebben door het ontstaan van plassen rond de woningen, bronnen of kranen indien niet gelijktijdig gedacht werd aan maatregelen om het verspilde of verbruikte water te evacueren.

*
* *

Water als zodanig is onontbeerlijk maar neutraal wat betreft gezondheid. Buiten elke menselijke inmenging kan water tekorten of intoxicaties verwekken wanneer een bepaald mineraal bestanddeel in té kleine of té grote hoeveelheid aanwezig is, b.v. in het geval van fluor of jodium. Microbiologische besmetting van water van niet-humane oorsprong komt voor b.v. in geval van leptospirosen, giardiasis, enz., maar is niet van overwegend belang voor de volksgezondheid.

Het gevaar van water voor de gezondheid is vooral afhankelijk, rechtstreeks of onrechtstreeks, van de aanwezigheid en de bedrijvigheid van de mens. In industrielanden, waar het niveau van hygiëne doorgaans hoog is, komt vooral de bevuiling van water door industrie, landbouw of veeteelt ter sprake. Het onderwerp is alomtegenwoordig in de media en doet steeds grotere problemen rijzen voor de regeringen van deze landen. Dezelfde perverse gevolgen van de industrialisering lopen kans zich te verveelvoudigen ook in de landen van de derde wereld in de nabije toekomst door gebrek aan of onvolledigheid van aangepaste

wetgevingen en middelen om ze te doen respecteren en door de wil van sommige regeringen om investeringen te allen prijze te bevorderen, zij het ten nadele van de gezondheid.

Nu echter blijft de rechtstreekse bevuiling van het water door de mens nochtans het voornaamste probleem. De bevuiling gebeurt overwegend door faecaliën. Bevuiling door urine heeft minder belang, met uitzondering van één *water-based* ziekte, urinaire schistosomiasis, praktisch beperkt tot Afrika, maar waarvan de weerslag op de gezondheid plaatselijk belangrijk is.

In westerse industrielanden worden ziekten als gevolg van faecale verontreiniging vermeden door waterzuivering, die in de rijke landen samengaat met een hoog hygiënepeil. In arme landen, met overwegend tropisch klimaat, op zichzelf al een bezwarende factor, en dan voornamelijk in rurale delen, is de watervoorziening onbestaande of de kwaliteit ervan ontoereikend of onbetrouwbaar. De bewoners maken gebruik van bronnen, putten of oppervlaktewater. De bescherming van het beschikbare water tegen bevuiling is dan ook van cruciaal belang.

Om deze reden zijn watervoorziening en sanering complementair in ontwikkelingslanden; de ene gaat niet zonder de andere (FEACHEM 1984). Vooral de bouw van latrines is steeds een stokpaardje geweest van de hygiënisten. Een degelijke latrine bouwen is echter niet zo eenvoudig en voor de bevolking kunnen de nadelen ervan overwegen op de voordelen. Te dikwijls wordt uit het oog verloren dat het gebruik van een latrine weinig voordeel heeft voor de eigenaar. Het risico voor zijn gezondheid is het gevolg van nalatigheid van zijn bureu. De eigen darmflora is het minst te vrezen. Een latrine bouwen is dan ook vooral een sociaal gerichte daad die alleen nut heeft voor hij die ze stelt, indien een meerderheid van de bevolking latrines bouwt, gebruikt en onderhoudt.

*
* *

Waterbouwkundige voorzieningen bekleden een belangrijke plaats in de ontwikkeling van de derde wereld, zowel bevoeiingsprojecten voor de landbouw als de bouw van stuwdammen voor de levering van waterkracht of de preventie van overstromingen. De noden in dit gebied groeien snel aan. Tegen de huidige gang, verdubbelt de wereldbevolking alle vierendertig jaar, maar in de derde wereld zal ze tussen 1950 en 2000 bijna verdrievoudigen en bijna verviervoudigen in Afrika in dezelfde periode. Geïrrigeerd akkerland vertegenwoordigt slechts 15 % van het totaal, maar dekt meer dan 40 % van het wereldverbruik aan landbouwproducten. In 1989 werd het aantal grote stuwdammen reeds op meer dan 36 000 geraamd, waarvan meer dan de helft in China. Jaarlijks worden er meer dan tweehonderd bij gebouwd. Nochtans wordt alles samen minder dan 10 % van het hydro-elektrisch potentieel van de derde wereld op dit ogenblik benut. Grote ontwikkelingen worden nog verwacht in de bekken van

de Amazone-, Congo- en Mekongstroom. Dezelfde vooruitzichten gelden voor irrigatie. Daarbij komt nog de ontwikkeling van watercultuur en visteelt.

Gelijktijdig woont men een snelle vermenigvuldiging bij van kleine artisanale stuwdammen in de dorpen van de derde wereld, de zogenaamde bulldozer-revolutie. Ze dienen als watervoorraad voor de visvangst, als drinkplaats voor het vee, voor bevoeiing, voor de werking van turbines of voor de preventie van overstromingen, enz. Steeds hebben ze een intens contact met de bevolking, vooral met kinderen, met als gevolg ook een contact van het vee met het water. Op die wijze kunnen ze een belangrijke bron van ziekten worden. In Nigeria en Zimbabwe raamde men dat de totale perimeter van deze kleine stuwdammen acht- tot tienmaal groter is dan die van de grote stuwdammen. Stuwdammen minder dan 10 m hoog worden niet opgetekend en blijven dus onbekend voor de autoriteiten. Er wordt geen toezicht uitgeoefend op de bouw ervan en ze worden dikwijls slecht onderhouden met lekkage en vorming van moerassen als gevolg.

Waterbouwkundige projecten lagen herhaaldelijk aan de bron van al dan niet voorziene onaangename gevolgen voor de gezondheid. Zowel *water-based* als *water-related* ziekten zijn betrokken. Van de eerste groep maakt bilharziose in Afrika, Latijns-Amerika en het Verre Oosten deel uit, evenals de botten van de vis in Oost-Azië. In het geval van bilharziasis kent men talrijke voorbeelden van soms explosieve vermeerdering van de incidentie na aanleg van bevoeiing voor de landbouw of bouw van stuwdammen met uiteenlopende bedoelingen. Meerdere factoren gaan samen: vorming van bekkens stilstaand of traag stromend water geschikt voor de ontwikkeling van de slakken, toestromen van bevolkingen die hopen voordeel te halen uit de gunstige weerslag van deze ontwikkelingen en die hun parasieten meebrengen, soms van ver, groter contact van de bevolking met het water. Het verband kan subtiel zijn. De streek van de tinmijnen in Maniema in Oost-Congo werd rond 1965 een belangrijke haard van bilharziose, deels omdat de kunstmatige meren die aangelegd werden als reservoir voor de mijnwerken en voor het verbruik van de bevolking niet meer uitsluitend gebouwd werden in de granitische heuvels, waar het water arm was aan minerale bestanddelen en weinig geschikt voor de slakken, maar vanaf dan ook in de aanslibbels van de valleien waar de voorwaarden gunstig werden voor de slakken. De bevolkingsbewegingen op het ogenblik van de opstand van 1964 speelden mogelijk hierbij ook een rol (POLDERMAN *et al.* 1985). Een meer recent voorbeeld is de stuwdam op de Senegalrivier waardoor een einde kwam aan het vloeien en terugvloeien van brak water vanuit de stroommonding. Het ontzilten van het water was de aanleiding tot de wildgroei van een slak die tot dan onbekend was op deze plaatsen. De epidemie van bilharziose die volgde breidde zich bijzonder snel uit en had ongewoon zware gevolgen, waarschijnlijk omdat het ging om een nieuwe ziekte in deze streek waartegen de bewoners nog geen enkele weerstand hadden opgebouwd (TALLA *et al.* 1990).

Wat de *water-related* ziekten betreft, gaat het voornamelijk om malaria, virale ziekten, filariasisvormen waaronder rivierblindheid. Slaapziekte, een plaag van tropisch Afrika, heeft eveneens een verband met vochtige biotopen in de omgeving van rivieren.

In de geschiedenis van malaria zijn talrijke epidemieën bekend die het gevolg waren van irrigatieprojecten of van de ontwikkeling van rijstbouw. De veelheid van anofelensoorten, overdragers van de ziekte, is de reden dat de gevolgen van de verbouwingen niet steeds voorzien kunnen worden. Een bepaalde vector kan verdwijnen maar vervangen worden door een andere soort, mogelijk gevaarlijker, of de seizoengebonden overdracht gaat over tot ononderbroken overdracht.

Dezelfde beschouwingen gelden voor de virale aandoeningen. Hier ook kunnen onvoorziene epidemieën optreden als gevolg van irrigatie, zoals eertijds het geval was in de Camargue in Zuid-Frankrijk.

Rivierblindheid wordt niet overgedragen door muggen, maar door agressieve kleine vliegjes die broeden in de stroomversnellingen van de rivieren in tropisch Afrika. De normalisatie van de waterlopen zou een gunstig effect moeten hebben, tegengewerkt nochtans door de overlopen stroomafwaarts. Rivierblindheid is het voorwerp geweest in West-Afrika van één van de meest belangrijke en best bedachte controle-operaties van de geschiedenis van de tropische geneeskunde (SAMBA 1994). Er blijven echter nog grote haarden van de ziekte bestaan in Centraal-Afrika, waar de omstandigheden minder gunstig liggen voor de gebruikte vorm van controle.

Nut of noodzaak van hydraulische voorzieningen blijven nochtans buiten kwestie. Ze dragen bij tot de economische ontwikkeling, die de meest belangrijke factor moet worden van de vermindering van de ziektelast voor de derde wereld. De preventie van hun mogelijke ongunstige gevolgen is anderzijds voor een groot deel gekend. Vele ongewenste nevenwerkingen konden vermeden worden door een betere intersectoriële samenwerking tussen de verschillende geïmpliceerde ministeries van het plan, van volksgezondheid, van openbare werken, van landbouw, enz., onderling of met andere nationale of internationale organisaties.

Het heeft lang geduurd vooraleer de geldschietters en andere internationale instanties op gebied van ontwikkelingssamenwerking overtuigd waren van het belang van de preventie van deze gezondheidsproblemen. Nog steeds genieten de zogenaamde verticale tussenkomsten, gericht op één enkel probleem en uitgevoerd met grootse middelen, doelmatig op middellange termijn, maar erg duur, de voorkeur van de internationale organisaties. Eén nadeel ervan is het verbreken van de continuïteit van de bestrijding, wanneer de incidentie tot een zo laag peil is teruggevallen dat deze kostbare diensten niet meer verantwoord lijken. Het is waarschijnlijk de ontwikkeling van basis medische gezondheidvoorzieningen die, op langere termijn, de meeste weerslag zal hebben door het toepassen, met deelname van de plaatselijke bevolking, van een geheel van meer bescheiden

preventieve en curatieve maatregelen tegen de ziekten die verband houden met het water en dit in het ruimer kader van de economische ontwikkeling en van de globale verbetering van de gezondheidstoestand.

REFERENTIES

- BRADLEY, D.J. 1974. Water Supplies: the consequences of change. — *In*: ELLIOT, K. & KNIGHT, J. (eds.), Human Rights and Health, CIBA Foundation Symposia 23, Elsevier, pp. 81-98.
- FEACHEM, R.G. 1984. Infections related to Water and Excreta. — *In*: Water and Sanitation, Academic Press Inc., pp. 21-47.
- POLDERMAN, A.M., KAYITESHONGA MPAMILA, MANSHANDE, J.P., GRYSEELS, B. & VAN SCHAYK, O. 1985. Historical, geological and ecological aspects of transmission of schistosomiasis in Maniema, Kivu Province, Zaïre. — *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.*, **65**: 251-261.
- SAMBA, E.M. 1994. The Onchocerciasis Control Programme in West Africa. — Public Health in Action 1, World Health Organisation, Geneva.
- STOCK, R.F. 1976. Cholera in Africa. — African Environment special report 3, International African Institute.
- TALLA, I., KONGS, A., VERLE, P., BELOT, J., SARR, S. & COLL, A.M. 1990. Outbreak of intestinal schistosomiasis in the Senegal river basin. — *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.*, **70**: 173-180.
- World Bank 1997. World Development Report. The State in a changing World. — Oxford University Press.

Water: wereldwijd en waardevol

L'eau: une valeur mondiale

Water: Worldwide and Worthwhile

Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen

Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer

United Nations Brussels

pp. 37-49 (1998)

Eau et santé dans le monde méditerranéen.

Permanence de la question depuis l'antiquité gréco-romaine

par

Henri NICOLAI * & Pierre SALMON **

MOTS-CLES. — Malaria; Paludisme; Antiquité gréco-romaine; Plaines méditerranéennes; Campagne romaine.

RESUME. — Les Grecs et les Romains se sont préoccupés de l'approvisionnement en eau, ont construit des égouts, des installations de douches et des thermes dans les villes et ont aussi effectué de grands travaux d'assèchement et de drainage dans les campagnes. Cependant, les maladies liées à l'eau (dysenteries, fièvre typhoïde, parasitoses diverses, malaria, etc.) devaient être importantes. Les inondations périodiques dans les petites plaines littorales créaient des conditions favorables à l'existence du paludisme. Or, celui-ci a connu, semble-t-il, des époques où son incidence a été très forte. Des historiens ont fait l'hypothèse que son apparition (ou sa réapparition) en Grèce (ou du moins l'introduction ou la réintroduction de *Plasmodium falciparum*) au 5^e siècle avant J.-C., avait été la cause du dépeuplement de l'époque hellénistique et, de façon générale, de la décadence continue du monde gréco-romain. En fait, la malaria a dû connaître des phases de recrudescence chaque fois que, pour des raisons diverses (invasions, guerres, changements de la structure sociale des campagnes, etc.), les aménagements hydrauliques ont été détruits ou négligés, que les labours ont reculé au profit des pâturages et, qu'en même temps, se sont étendues les surfaces d'eau stagnante propices à la prolifération des moustiques. La malaria a reculé quand la situation politique et économique permettait une reprise en main efficace des plaines. L'étude de l'*Agro romano*, entre Rome et la mer, depuis l'Antiquité jusqu'au 20^e siècle, fournit un bon exemple des relations entre eau, santé et développement.

* Membre de l'Académie; professeur émérite de l'Université Libre de Bruxelles (Belgique).

** Membre de l'Académie; professeur émérite de l'Université Libre de Bruxelles (Belgique).

TREFWOORDEN. — Malaria; Moeraskoorts; Grieks-Romeinse oudheid; Mediterane vlakten; Romeinse campagne.

SAMENVATTING. — *Water en gezondheid in de mediterrane wereld. Bestendig probleem sedert de Grieks-Romeinse oudheid.* — De Grieken en de Romeinen bekommerden zich om de waterbevoorrading, legden rioleringen aan, bouwden stortbaden en thermen in de steden en voerden ook grote droogleggings- en draineringswerken uit op het platteland. De aan water gebonden ziekten (dysenterie, tyfus, diverse parasitosen, malaria, enz.) moeten nochtans belangrijk geweest zijn. De periodieke overstromingen in de kleine kustvlakten creëerden gunstige omstandigheden voor het bestaan van moeraskoorts. Het ziet ernaar uit dat deze bij wijlen hardnekkig aanwezig was. Volgens de hypothese van historici was het (her)opduiken van moeraskoorts (of tenminste de (re)introductie van *Plasmodium falciparum*) in Griekenland in de 5de eeuw v. Chr. de oorzaak van de ontvolking tijdens de hellenistische periode en, algemeen gesproken, van het aanhoudend verval van de Grieks-Romeinse wereld. In feite moet malaria opgelaaid zijn telkens de hydraulische inrichting, om welke reden dan ook (bezetting, oorlog, wijziging van de sociale structuur van het platteland, enz.), vernield of verwaarloosd werd, akkers plaats ruimen voor weiland en stilstaande wateren tegelijkertijd meer oppervlakte innamen wat de vermenigvuldiging van de muggen in de hand werkte. Malaria werd teruggedrongen toen de politieke en economische toestand het mogelijk maakte de vlakten opnieuw op een efficiënte manier onder handen te nemen. De studie van de *Agro romano*, tussen Rome en de zee, vanaf de Oudheid tot in de 20ste eeuw, geeft een goed voorbeeld van de relaties tussen water, gezondheid en ontwikkeling.

KEYWORDS. — Malaria; Marsh Fever; Greco-Roman Antiquity; Mediterranean Plains; Roman Campaign.

SUMMARY. — *Water and Health in the Mediterranean World. Permanent Issue since Greco-Roman Antiquity.* — Greeks and Romans cared about water supply, built sewerage systems, shower fittings and thermal baths in the cities, and also carried out large-scale draining work in the country. However, the water-related diseases (dysenteries, typhoid fever, different parasitoses, malaria, etc.) must have been important. Periodic floods in the small coastal plains were favourable conditions to the outbreak of malaria, whose incidence seemed to be very high at certain times. According to some historians, malaria's appearance (or reappearance) in Greece (or at least the introduction or reintroduction of *Plasmodium falciparum*) in the 5th century B.C. had been the cause of the depopulation in the Greek age and, more generally, of the steady decline of the Greco-Roman world. In fact, malaria must have known waves of upsurge each time that, for several reasons (invasions, wars, changes in the social system of the countryside, etc.), hydraulic facilities have been destroyed or badly kept, that ploughlands have lost ground to the benefit of pastures and that at the same

time stagnant water surfaces favourable to the proliferation of mosquitoes have spread. Malaria declined when the political and economic situation led to an efficient recovery of the plains. The *Agro romano* study, between Rome and the sea, from the Antiquity until the 20th century, is a good example of the relations between water, health and development.

*
* *

Les Grecs et les Romains se sont préoccupés de l'approvisionnement en eau de leurs populations. Ils se sont inquiétés de la qualité de l'eau des fontaines dans les villes et ont construit des égouts, des installations de douches et des thermes.

Les Grecs étaient de grands consommateurs d'eau. Celle-ci était, avec le lait, leur boisson de base, et «si les hommes libres buvaient un peu de vin, ils le coupaient de beaucoup d'eau» [1]*, contrairement aux usages prêtés aux Scythes et aux Thraces considérés comme des peuples d'ivrognes. Quant aux esclaves, au témoignage d'Aristote, ils ne devaient jamais boire de vin [2]. L'eau qu'utilisaient les Grecs devait répondre à certaines qualités. «C'est l'eau courante, l'eau vive par opposition à l'eau stagnante, qui a toujours tendance à se corrompre. Une eau qui ne coule pas se putréfie» [3]. Le thème est développé à plusieurs reprises dans des textes scientifiques du 4^e siècle. C'est peut-être cette préférence pour l'eau courante qui explique la rareté des citernes dans le monde grec.

Dès le deuxième millénaire, avec le développement de la civilisation minoenne et de la civilisation mycénienne, de grands progrès sont accomplis dans l'approvisionnement en eau et la salubrité des villes par la construction d'aqueducs et d'égouts. De grands travaux d'assèchement et de drainage améliorent aussi la situation sanitaire des campagnes, notamment en Béotie, dans la région du lac Copaïs. Il y a en outre, à partir de cette époque, un souci plus grand de l'hygiène corporelle, à tout le moins dans les classes privilégiées [4].

Cependant, dans les villes comme dans les campagnes, l'eau, même courante, devait contenir pas mal de germes pathogènes; elle devait être souvent polluée et par conséquent des maladies endémiques telles les gastroentérites aiguës (fièvre typhoïde, salmonellose, dysenterie amibienne et shigellose) étaient très certainement, avec le paludisme, la cause principale d'une mortalité élevée et particulièrement d'une très forte mortalité infantile (fièvre estivale des nourrissons) [5]. Dès l'époque romaine, avec l'utilisation de tuyaux et de vaisselle en plomb, la pollution chimique de l'eau fait même son apparition [6]. Mais ce fait est de peu d'importance par rapport à la charge de l'eau en germes pathogènes et n'a concerné que certaines classes de la population citadine.

* Les chiffres entre crochets [] renvoient aux notes et références pp. 46-49.

Une maladie liée indirectement à l'eau, le paludisme, a marqué fortement le monde gréco-romain et, de façon générale, le monde méditerranéen où elle a continué à se manifester jusqu'à nos jours.

Le milieu méditerranéen offre en effet des conditions favorables à l'existence de la malaria, du moins sous certaines formes et à certaines saisons.

C'est d'abord, pendant une partie de l'année, une température suffisante pour que différentes espèces de *Plasmodium*, parasite du sang, agent de la maladie, le *Pl. malariae*, le *Pl. vivax* et même le *Pl. falciparum*, puissent accomplir une partie de leur cycle dans le corps des anophèles. Certes la saison la plus favorable, l'été, est sèche donc peu propice à la prolifération des moustiques. Mais il existe des surfaces d'eau calme, souvent marécageuses, qui se maintiennent au cœur de l'été et qui leur conviennent fort bien.

La Méditerranée, en effet, est bordée par des montagnes. Les fleuves, souvent très courts, ont des comportements torrentiels. Les pluies de la saison froide, qui peuvent être violentes, nourrissent de fortes crues capables de submerger des villes, comme celle de l'Arno, en novembre 1966 encore, qui a ravagé Florence. Ces fleuves très chargés en alluvions, construisent, à leur débouché dans la mer, des deltas qu'ils inondent en grande partie chaque année, abandonnant des étendues d'eau qui subsistent pendant la saison chaude et qui sont des gîtes à moustiques. Les rivages méditerranéens sont jalonnés ainsi de petites plaines qui ont vocation à être malariennes. Les montagnes sont moins touchées. Dans leurs parties basses, elles sont trop sèches; dans leurs parties hautes, trop fraîches.

Les Grecs et les Romains étaient conscients de l'existence de ces fièvres liées à la présence des surfaces marécageuses. Les textes hippocratiques énumèrent des symptômes que l'on peut considérer comme caractéristiques — mais pas nécessairement de façon exclusive — des différentes formes du paludisme, fièvre tierce bénigne due au *Pl. vivax* ou fièvre quarte due au *Pl. malariae*. «Une partie de la médecine hippocratique (par exemple la théorie des jours critiques) ne s'explique que par la prépondérance du paludisme dans la pathocénose de la Grèce classique», écrit M.D. Grmek [7]. Le paludisme n'était pas identifié cependant comme une maladie spécifique. On faisait des différentes fièvres paludéennes, et même de leurs différentes phases, des maladies distinctes [8]. Les écrits hippocratiques décrivent assez bien des symptômes qui pourraient correspondre à un paludisme chronique et aussi des symptômes qui pourraient caractériser un paludisme primaire [9].

Les médecins de l'époque hippocratique mettaient en relation les fièvres paludéennes avec l'air pernicieux des marais. Cette croyance au mauvais air, qui donnera plus tard le nom italien de la maladie, la malaria, se maintiendra jusqu'à la fin du 19^e siècle. Les médecins attribuaient aussi les fièvres à la consommation d'une eau de mauvaise qualité. Dans son traité *Des airs, des eaux et des lieux*, Hippocrate écrit que «les eaux dormantes, soit de marais, soit d'étangs, sont nécessairement pendant l'été, chaudes, épaisses, de mauvaise odeur,

n'ayant point d'écoulement, mais étant ... échauffées par le soleil, elles deviennent louches, malsaines et propres à augmenter la bile ... Ceux qui en font usage ont toujours la rate volumineuse et dure, le ventre resserré, émacié et chaud, les épaules et les clavicules décharnées. En effet, les chairs se fondent au profit de la rate, et c'est la cause de la maigreur des hommes ... Cet état maladif leur est habituel tant en été qu'en hiver. En outre, ... pendant l'été, les habitants sont affligés par des dysenteries, par des diarrhées, par des fièvres quartes de longue durée, maladies qui, prolongées, se terminent, dans de pareilles constitutions, par des hydropisies et causent la mort ... La longévité est impossible avec de pareilles constitutions ... Aucune eau saumâtre, crue et dure n'est bonne à boire» [10].

Pour Hippocrate donc, c'est d'abord la consommation de l'eau stagnante qui est en cause. Ni les Grecs ni les Romains n'ont compris que les moustiques étaient les vecteurs de ces fièvres, mais ils les ont cependant soupçonnés parfois d'une action néfaste. Ainsi Columelle, agronome latin du premier siècle de notre ère, qui considère l'eau des marais comme pestilentielle, remarque en outre: «Les marais développent des vapeurs nuisibles durant les chaleurs de l'été et engendrent des insectes armés d'aiguillons, dont les nombreux essaims attaquent l'homme ... Cela provoque souvent des maladies dont les causes sont tellement obscures que les médecins eux-mêmes ne peuvent pas toujours les détecter» [11].

On s'est demandé quelle part de la population ancienne était touchée ainsi par le paludisme. A la fin du 19^e siècle, en Grèce, plus du tiers de la population est impaludée [12]. J.-N. Corvisier suppose que le pourcentage était moins élevé dans l'Antiquité compte tenu d'une plus forte proportion de la population dans les montagnes qui, nous l'avons dit plus haut, sont moins concernées par la maladie [13]. Il propose un chiffre de 10 à 15 % en rappelant cependant que «tout cela n'est que conjecture pure» [14].

Il est très vraisemblable que les terribles taux de mortalité de Rome et du Latium sont en partie dus à la malaria, combinée parfois avec d'autres maladies comme la tuberculose [15]. La durée moyenne de vie du Romain était très brève: environ 20 ans [16]. Néanmoins, la natalité était suffisante pour compenser la mortalité ordinaire. En revanche, lors des grandes épidémies, plusieurs générations étaient parfois nécessaires pour récupérer les pertes en vies humaines [17].

Les régions méditerranéennes ont connu des périodes où la malaria était plus répandue qu'à d'autres, donc des phases d'hyperendémie. Il est donc légitime de se demander si celles-ci n'ont pas joué un rôle dans leur histoire.

Au début de ce siècle, dans deux publications [18], l'historien anglais W.H.S. Jones a insisté sur l'importance du paludisme dans le monde gréco-romain et a proposé d'expliquer la décadence de la Grèce à partir de l'époque hellénistique et ensuite la décadence générale du monde romain par l'arrivée du paludisme, puis par son développement. Il faut se rappeler que Jones émet

son hypothèse quelques années seulement après la découverte du parasite responsable et après l'élucidation du mécanisme de sa transmission. Il a donc été tenté d'appliquer ces découvertes à la solution de problèmes historiques pour lesquels on n'avait pas d'explication suffisante ou convaincante. En fait, il semble bien que l'hypothèse lui ait été suggérée par Ronald Ross lui-même, le découvreur du rôle des anophèles, qui reçut pour ce motif le prix Nobel de médecine, qui était son ami et qui avait été frappé par l'importance du paludisme en Grèce lors d'un voyage dans ce pays [19].

Pour Jones, le paludisme serait apparu en Attique vers 430 av. J.-C. Certains expliqueront son introduction par l'expédition athénienne en Egypte [20] ou bien par le développement de relations commerciales dans la Méditerranée orientale ou par la guerre de Sicile [21]. Il se serait développé fortement pendant l'époque hellénistique avec une phase de paroxysme au deuxième siècle avant Jésus-Christ sous la domination romaine. Il aurait provoqué la dépopulation des régions les plus fertiles de la Grèce et l'apathie de leurs habitants, apathie qui, pour Jones, se serait prolongée jusqu'à son époque [22].

Jones, et d'autres auteurs qui ont repris son hypothèse, se fondent sur des arguments philologiques, c'est-à-dire essentiellement sur l'absence de toute mention du mot qui désigne les fièvres avec frissons — mot qui indiquerait en fait la malaria — dans les textes antérieurs au 5^e siècle. Hésiode, originaire de la Béotie, par exemple, au 8^e siècle, n'en parle pas, mais il insiste pourtant sur le danger à se baigner dans un estuaire ou au voisinage d'une source [23]. Théognis de Mégare, au milieu du 6^e siècle, en parle incidemment [24]. Aristophane y fait mention deux fois à la fin du 5^e siècle [25]. En fait, il y a fort peu de textes antérieurs au 5^e siècle et la probabilité est faible de trouver des références aux fièvres dans des textes littéraires.

Au cours des trois dernières décennies, des arguments de paléopathologie ont paru apporter des arguments à la thèse de Jones. L'anthropologue J.L. Angel a étudié la fréquence de certaines pathologies osseuses crâniennes à différentes époques. L'idée est qu'une de ces pathologies (l'hyperostose poreuse) est la marque d'une anémie d'origine génétique, la thalassémie, et que les individus hétérozygotes porteurs de l'anomalie thalassémique seraient résistants à la malaria (à *Plasmodium falciparum*). Il y aurait donc chez eux une mortalité infantile par malaria beaucoup plus faible que parmi les individus non porteurs de cette anomalie et ils devraient par conséquent devenir proportionnellement plus nombreux dans la population aux époques de forte prévalence malarienne [26]. Le raisonnement est semblable à celui qui lie, en Afrique tropicale, la fréquence élevée de l'anomalie sicklanémique à l'importance de la malaria à *Pl. falciparum* [27]. En fait, il est plus que vraisemblable que la malaria existait en Grèce et en Méditerranée depuis très longtemps, peut-être même depuis l'arrivée de l'homme, mais on imagine qu'à l'époque classique, il y a eu introduction (ou réintroduction) du *Pl. falciparum*, responsable de sa forme gravissime.

Les arguments paléontologiques indiqueraient en Grèce deux périodes fortement malariennes, l'époque néolithique et l'époque romaine. Mais à l'heure actuelle, tout autant que les arguments philologiques, ils sont fortement contestés. D'abord, ils impliquent plusieurs hypothèses emboîtées. Or, il n'est pas sûr que les altérations osseuses crâniennes soient nécessairement liées à l'anémie thalassémique. Elles pourraient provenir par exemple aussi d'anémies d'origine alimentaire. D'autre part, il est plus souvent question de traces d'altérations que d'altérations nettes. Enfin, le nombre de squelettes examinés, quoique non négligeable, n'est pas suffisant pour pouvoir étudier les variations de fréquence de l'altération dans le temps [28]. Certes, on ne peut écarter totalement l'hypothèse de l'introduction ou de la réintroduction, pendant l'époque classique, c'est-à-dire au 5^e siècle, de *Pl. falciparum*, mais il n'est certainement pas raisonnable d'en faire l'élément décisif de l'évolution ultérieure de la Grèce et de l'empire romain. Les faits politiques (les guerres avec leurs destructions, l'interruption du drainage et les mouvements de réfugiés) et les changements sociaux peuvent souvent mieux rendre compte de l'évolution historique et expliquer aussi les expansions périodiques de la maladie. J.L. Angel lui-même estime que les causes de l'extension du paludisme sont sociales avant d'être biologiques. Aux causes qui viennent d'être énumérées, il ajoute la surpopulation des cités et l'insuffisance des moyens financiers mis en œuvre pour l'entretien des égouts et des installations sanitaires [29].

Ces événements se produiront à plusieurs reprises dans le monde gréco-romain. Ainsi, au 2^e siècle de notre ère, dans le Latium, le littoral de l'Etrurie du sud et la plus grande partie de l'Italie méridionale, les grands propriétaires romains font reculer les terres consacrées aux céréales au profit de pâturages confiés à une main-d'œuvre servile. Les anciens petits propriétaires ruraux partent par milliers comme colons pour la Gaule cisalpine [30], refluent vers Rome ou deviennent de misérables journaliers [31]. Dans les basses plaines marécageuses du Latium, de l'Etrurie méridionale, de l'Apulie et des bords du golfe de Tarente, où le paludisme existait à l'état endémique en certains points du littoral, on cesse de cultiver, de colmater et de drainer les terres. Le recul des labours devant la pâture entraîne l'extension des marais et de la malaria [32]. Des évolutions de même nature, parfois un peu décalées dans le temps, peuvent se rencontrer dans d'autres régions comme la plaine centrale de la Sardaigne.

Ainsi plutôt que de faire de la malaria la cause de la décadence des plaines méditerranéennes, et encore moins de tout le monde gréco-romain, il est plus judicieux de renverser le mécanisme et de considérer que le déclin de l'aménagement et de l'exploitation du territoire entraîne le progrès de la malaria. Pendant les périodes où l'homme maîtrise l'eau dans la plaine, celle-ci est contenue ou refoulée. Mais quand, pour des raisons diverses — une guerre, une invasion, une modification du système social ou économique —, l'homme lâche prise et ne contrôle plus l'évacuation des eaux, elle reprend possession du

territoire; la plaine retrouve sa réputation d'insalubrité qui, à son tour, décourage les tentatives de reprise agricole.

Certes, on ne peut exclure que, dans certains cas, l'introduction d'une nouvelle espèce, ou d'une nouvelle souche de Plasmodium, ou la prolifération inhabituelle des anophèles pour des raisons météorologiques aient eu leur part dans le mécanisme. Mais ce fut généralement un facteur aggravant et rarement la cause initiale [33].

Reprenons le cas d'une de ces petites plaines littorales, la Campagne Romaine, l'*Agro Romano*, et voyons comment elle a évolué dans le temps [34]. Au début de notre ère, elle était exploitée et peuplée assez densément par des agriculteurs sur la quasi-totalité de son étendue. Elle était pourvue de systèmes d'aqueducs et de drainage. C'est à la fin de l'Empire seulement que sa situation s'est détériorée gravement. Dévastée par les Ostrogoths au 5^e siècle, elle voit fuir la plupart de ses habitants. Le système de drainage est détruit. Des espaces humides se développent. La malaria, dont on parlait peu jusqu'alors, frappe les habitants restants.

Il y aura, à plusieurs reprises, des opérations de reconquête. Elles seront menées avec un inégal bonheur. L'une d'elles, sous la direction du pape Zaccharie, au milieu du 8^e siècle, donne d'assez bons résultats et aboutit à une réoccupation effective de la plaine. Mais les incursions des Sarrasins, les ravages des Hongrois (10^e siècle) et des Normands (11^e siècle) font fuir à nouveau les habitants. Les marais se réinstallent. Le pays n'est plus exploité que par des éleveurs extensifs.

Après des bonifications entreprises par des moines cisterciens, des colons toscans, au 15^e siècle, s'installent en nombre et développent une agriculture combinée à un élevage plus intensif, les bovins étant gardés à l'étable. Pie V, en 1566, peut écrire: «L'air de la campagne romaine est redevenu salubre» [35].

Mais peu après, la situation se dégrade à nouveau car de gros propriétaires reprennent l'usage de la terre et en reviennent à une exploitation très extensive qui multiplie les terrains en friche et les marécages dont ils font des réserves de chasse mais qui sont aussi des réservoirs à moustiques. L'insécurité, d'autre part, s'est installée: la plaine est désormais contrôlée par des ententes de brigands. Le brigandage fait partir les derniers habitants. Au 17^e et au 18^e siècle, le paludisme règne en maître.

Au 19^e siècle, à l'instar de ce qu'on fait alors dans la plaine du Pô, des opérations d'assèchement des marais sont entreprises, notamment dans la région d'Ostie et au nord du delta du Tibre. Mais elles ne donnent pas les résultats espérés car elles sont trop locales et ne sont pas non plus accompagnées d'un repeuplement suffisant. Il faut attendre 1923 quand on décide une bonification intégrale comportant le creusement de canaux de drainage dans toute la plaine et l'installation de nombreux colons, notamment avec l'opération des Marais Pontins, dont se glorifiera le régime de Mussolini, pour que la malaria recule de façon décisive.

Ainsi, comme l'écrit joliment Fernand Braudel, l'*Agro Romano* a connu «des vicissitudes larges, sans fin recommencées» [36]. Le géographe Maurice Le Lannou, auquel nous avons emprunté cet exemple, rappelle que les mécanismes élémentaires indispensables sinon préalables au refoulement de la malaria, ont été pressentis depuis longtemps par des esprits avertis. Il cite un médecin vénitien, Fioravante: «Pour rendre habitable une région malarienne, il faut l'habiter» et cette réflexion de Machiavel: «Les pays malariens deviennent salubres quand une masse d'hommes vient d'un coup les habiter» [37]. Bien sûr, les choses sont beaucoup plus complexes mais il y a, dans ces constatations, une grande part de vérité. L'aménagement total d'un territoire — avec dans les cas qui nous concernent la maîtrise de l'eau — et son occupation intégrale font reculer la maladie. Mais celle-ci risque de réapparaître chaque fois que survient une crise.

Aujourd'hui, l'utilisation de médicaments antipaludéens et celle d'insecticides efficaces ont changé les données du problème. En s'ajoutant à un drainage systématique des marais, elles ont permis l'éradication totale de la malaria de la plupart des plaines méditerranéennes. Cette éradication a été facilitée par le fait, mentionné plus haut, que, dans la région méditerranéenne, les espaces menacés sont généralement bien circonscrits. Mais la victoire n'est jamais totalement acquise. Dans les petites plaines de Corse, il a suffi parfois de l'arrivée d'un légionnaire impaludé revenant d'Afrique ou celle d'un travailleur immigré africain, pour que de nouveaux cas de paludisme soient constatés dans la population locale ou parmi les touristes, comme ce fut le cas aussi en Californie (autre région de climat méditerranéen) avec le retour de soldats du Pacifique pendant la dernière guerre ou du Vietnam voici vingt-cinq ans. Et ne faudrait-il pas craindre, en raison des événements actuels, une reprise de la maladie, dans les Balkans, comme ce fut déjà le cas au cours de la première guerre mondiale?

Il faut être vigilant aussi lorsqu'une opération de développement qui touche à l'eau vient modifier les conditions écologiques d'un territoire. Maladroitement menée, elle peut accroître ou faire réapparaître la malaria. Ce fut le cas pour les aménagements rizicoles réalisés au Maroc, dans la plaine du Sebou (le Rharb), peu après la dernière guerre. La très forte reprise paludéenne des plaines turques dans les années 70 a été, dans certains cas, favorisée par la création de grands barrages pour l'irrigation et la production d'électricité.

Mais il ne faut pas condamner trop vite les aménagements hydrauliques pour leurs éventuels effets négatifs. Car toute contribution au développement est aussi une contribution à l'amélioration de l'état sanitaire. Au Burkina Faso, un aménagement de riziculture irriguée, dans la vallée du Kou, a provoqué une prolifération des moustiques. Mais il n'y a pas eu recrudescence de la malaria. En effet, les paysans, disposant de revenus monétaires plus importants, ont acheté des moustiquaires et se sont donc protégés plus efficacement qu'auparavant. Les moustiques découragés ont renoncé à piquer les hommes et se sont

rabattus sur le bétail domestique [38]. C'est, dans un autre cadre, une illustration d'un proverbe toscan, cité lui aussi par Maurice Le Lannou: «Le remède à la malaria se trouve dans la marmite» [39]. Ce proverbe bien sûr doit être lui aussi lu au second degré comme les citations faites plus haut. Il signifie qu'une population bien nourrie est sans doute moins vulnérable aux effets de la maladie mais surtout que, comme son niveau alimentaire indique qu'elle dispose de moyens efficaces, elle est capable d'entreprendre les opérations nécessaires à son éviction.

En conclusion, en Méditerranée comme dans d'autres parties concernées du Monde, la malaria n'a pas créé le sous-développement mais elle a pu l'aggraver. Elle recule devant le développement si celui-ci s'accompagne d'un aménagement systématique du territoire avec contrôle de l'eau. Les petites plaines méditerranéennes, tout au long de leur histoire, fournissent de nombreux exemples de cette relation triangulaire entre l'eau, la santé et le développement [40].

NOTES ET REFERENCES

- [1] LOUIS, P. 1982. L'eau et sa législation chez Platon et Aristote. — *In*: L'homme et l'eau en Méditerranée et au Proche-Orient, II, Aménagements hydrauliques, Etat et législation. — *Travaux de la Maison de l'Orient*, 3, Lyon, p. 103. Voir ATHENEUS DE NAUCRATIS, *Deipnosophistes*, 2: 19-25.
- [2] ARISTOTE, *Economique*, 1 (3): 1344 a 34.
- [3] LOUIS, P. 1982. *Op. cit.*, p. 105: «Une eau qui ne coule pas se putréfie par une espèce de génération spontanée ... C'est un thème longuement développé dans le chapitre 1^{er} du Livre IV des *Météorologiques* et qui est repris plusieurs fois dans les *Problèmes*» (V 34, 884 a 33; XIV, 12, 910 a 3-4; XXVII, 3 966 a 2).
- [4] GRMEK, M.D. 1983. Les maladies à l'aube de la civilisation occidentale, Paris, p. 139; SCHMIDT-RIES, H. 1956. Wasser für Hellas; das Wasser im altgriechische Raum, Düsseldorf, pp. 15-37; SCHULTZE, F. 1937. Reinlichkeit, Bad und Wäsche bei den mykenischen Griechen. — *Münch. Med. Wochenschrift*, 84: 734-745; WARREN, C.P.W. 1970. Some aspects of medicine in the Greek bronze age. — *Med. hist.*, 14: 364-377.
- [5] GRMEK, M.D. 1983. *Op. cit.*, p. 32. Sur la reconnaissance de ces différentes maladies dans les textes hippocratiques, voir pour la salmonellose, pp. 492-494, pour la dysenterie amibienne, p. 502.
- [6] Au 1^{er} siècle avant notre ère, Vitruve remarque que l'eau est meilleure dans les tuyaux de poterie que dans les tuyaux de plomb dans lesquels se forme de la céruse que l'on regarde comme fort dangereuse pour le corps. Au 5^e siècle de notre ère, Palladius fait une remarque analogue. Certains ont estimé que l'usage du plomb a dû provoquer du saturnisme dans une partie au moins de la population et même avoir été une cause de stérilité dans les classes dirigeantes. Sur ces sujets, voir VITRUVUS, *De Architectura*, 8 (6): 11; CELSE, *De medicina*, 5 (27): 12; PLINUS, *Nat. Hist.*, 34: 176; PALLADIUS, *De agricultura*, 1 (17): 4. Voir aussi TREVOR HODGE, A. 1986. Vitruvius, lead pipes and lead poisoning, *AJA*, 85: 486-491.

- [7] GRMEK, M.D. 1983. *Op. cit.*, p. 399. En ce qui concerne la théorie des jours critiques, voir ROBERT, F. 1975. La prognose hippocratique dans les livres V et VII des «Epidémies». — *In*: Le Monde Grec. Hommages à Claire Préaux, Bruxelles, pp. 257-270.
- [8] GRMEK, M.D. 1983, *Op. cit.*, p. 406.
- [9] CORVISIER, J.-N. 1985. Santé et société en Grèce ancienne, Paris, p. 15.
- [10] HIPPOCRATE, Des airs, des eaux et des lieux, 7. Cf. LITTRE, E. 1840. Œuvres complètes d'Hippocrate, t. 2, Paris, pp. 27-31.
- [11] COLUMELLE, De l'agriculture, I, 5.
- [12] JONES, W.H.S. 1909. Malaria and Greek History, Manchester, pp. 16-17.
- [13] Pline le Jeune, au 2^e siècle de notre ère, dans une lettre célèbre sur sa villa de Toscane, montre que les conditions de vie étaient bien meilleures dans les montagnes que sur les côtes: «Il est vrai que l'air est mauvais et chargé de miasmes en Toscane dans la partie de la côte qui forme immédiatement le rivage. Mais mon domaine se tient à l'écart de la mer, et c'est même au pied de l'Apennin, le plus sain des massifs de montagnes, qu'il est situé ... Le climat comporte un hiver froid avec des gelées ... L'été est d'une étonnante douceur. L'air est sans cesse agité par quelque souffle, mais les brises y sont plus fréquentes que les vents. D'où le grand nombre de vieillards; on en voit ici dont les petits-fils et les arrière-petits-fils sont déjà des hommes faits». Voir PLINE LE JEUNE, Lettres, V, 6. Traduction de GUILLEMIN, A.-M. 1927, Pline le Jeune, Lettres, t. 2, Paris, pp. 62-63.
- [14] CORVISIER, J.-N. 1985. *Op. cit.*, p. 21.
- [15] RUSSELL, J.C. 1958. Late Ancient and Medieval Population. — *Transactions of the American Philosophical Society*, 48 (3): 39, Philadelphia.
- [16] SALMON, P. 1987. Les insuffisances du matériel épigraphique sur la mortalité dans l'Antiquité romaine. — *In*: La mort, les morts et l'au-delà dans le monde romain. Actes du Colloque de Caen (20-22 novembre 1985), publiés sous la direction de HINARD, F., Caen, pp. 106-107.
- [17] RUSSELL, J.C. 1985. *Op. cit.*, p. 35.
- [18] JONES, W.H.S. 1907. Malaria, a neglected factor in the history of Greece and Rome, Cambridge, 107 pp.; JONES, W.H.S. 1909. Malaria and Greek History, Manchester, 175 pp.
- [19] GRMEK, M.D. 1983. *Op. cit.*, note 122, p. 403.
- [20] JONES, W.H.S. 1909. *Op. cit.*, pp. 75-76; ACKERKNECHT, E.H. 1963. History and Geography of the most important Diseases, Stuttgart, 183 pp. Sur l'expédition athénienne d'Egypte, voir SALMON, P. 1981. La politique égyptienne d'Athènes (6^e et 5^e siècles avant J.-C.) (réimpression de l'édition princeps (1965) corrigée et mise à jour). — Mémoires de la Classe des Lettres et Sciences morales et politiques de l'Académie royale de Belgique, 65 (3): 90-192, Bruxelles. Sur le paludisme en Egypte et la fréquence des moustiques dans la vallée du Nil, voir MALLET, D. 1922. Les rapports des Grecs avec l'Egypte (de la conquête de Cambyse, 525, à celle d'Alexandre, 331). — Mémoires de l'Institut français d'archéologie orientale du Caire, 48: 11-27, Le Caire.
- [21] JONES, W.H.S. 1909. *Op. cit.*, p. 76.
- [22] JONES, W.H.S. 1909. *Op. cit.*, pp. 95-100 et 132.
- [23] HESIODE. Les Travaux et les Jours, v. 758-760.
- [24] THEOGNIS, I, 174. Cf. JONES, W.H.S. 1907. *Op. cit.*, p. 24.
- [25] ARISTOPHANE. Acharniens, v. 1165; Guêpes, v. 277, 281 et 812.
- [26] ANGEL, J.L. 1966. Porotic Hyperostosis, Anemias, Malaras and Marshes in the Prehistoric Eastern Mediterranean. — *Science*, 153: 760-763; ANGEL, J.L. 1978. Porotic Hyperostosis in the Eastern Mediterranean. — *M.V.C. Quart.*, 14: 10-16.

- La question est discutée dans GRMEK, M.D. 1983. *Op. cit.*, pp. 391-407. Les données de J.L. Angel et les vues de M.D. Grmek ont fait l'objet d'un nouvel examen critique par CORVISIER, J.-N. 1994. Eau, paludisme et démographie en Grèce péninsulaire. — *Bulletin de correspondance hellénique*, (Suppl.) 28: 297-319, Paris.
- [27] Comme le gène sicklémique existe aussi avec une fréquence non négligeable dans la Méditerranée, il devait certainement être déjà présent pendant l'Antiquité. Il a pu lui aussi protéger les porteurs hétérozygotes contre la malaria à *Plasmodium falciparum*. Voir MILLER, R.L. 1987. Galen on Bloodletting. — *The New England Journal of Medicine*, 316 (16): 1031, Londres; 1988. Letter to the Editor. — *The New England Journal of Medicine*, 318 (7): 449-450, Londres. Miller souligne le danger de l'utilisation de la saignée dans le traitement médical de la malaria dans l'Antiquité pour les porteurs du gène sicklémique. On trouvera, à la p. 450 du deuxième article, une excellente bibliographie concernant ce problème.
- [28] CORVISIER, J.-N. 1994. *Op. cit.*
- [29] ANGEL, J.L. 1948. Health and the course of civilization as seen in Ancient Greece, *The Interner*, p. 46; GRMEK, M.D. 1983, *Op. cit.*, p. 142.
- [30] TITE-LIVE, XXXVII, 57.
- [31] SALMON, P. 1974. Population et dépopulation dans l'Empire romain. — *Collection Latomus*, 137: 128-131, Bruxelles.
- [32] BOURDON, J. 1948. Le monde antique s'est-il dépeuplé? — *Journal de la Société de Statistique de Paris*, 89: 108, Nancy. Voir CICERON, Leg. agr., II, 71, qui considère que l'Apulie est insalubre; TITE-LIVE, Hist. Rom., VII, 38, 7 et STRABON, V. 3, 5, p. 231 qui affirment que certaines régions du Latium étaient considérées comme malsaines; DION CHRYSOSTOME, Orat., XXXIII, 25, qui déclare que Tarente est abandonnée au 2^e siècle de notre ère; TACITE, Annales, XIV, 27, qui rapporte que les colonies de vétérans installées au 1^{er} siècle de notre ère par Néron à Tarente et à Antium ne remédièrent pas à la dépopulation de ces villes «car ils se dispersèrent presque tous dans les provinces où ils avaient fait leur service; comme ils n'étaient pas dans leurs habitudes de prendre femme et d'élever des enfants, ils laissaient leurs maisons vides et sans postérité», traduction de GOELZER, H. 1938. Tacite, Annales, t. 3, Paris, p. 428.
- [33] Pour GRMEK, M. D., une situation malarienne correspond à un cycle vicieux mais il estime que ce mécanisme n'a pu se manifester qu'après le 5^e siècle avant J.-C. Il écrit: «Quoi qu'il en soit, un cercle vicieux relie entre elles la malaria, la dépopulation, la pauvreté et la désorganisation politique. Ce processus engagé, peu importe quel en ait été le premier chaînon. Le déboisement, le déclin des techniques d'agriculture et les négligences dans les travaux d'hydrologie ont été certainement des facteurs importants de la diffusion et de l'intensification du paludisme à partir de l'époque hellénistique, tout comme l'élévation du niveau de la mer et le changement de climat qui devenait de plus en plus chaud et aride. Cependant, tous les facteurs que nous venons de mentionner interviennent après le 5^e siècle avant J.-C. Ils ne peuvent donc pas expliquer la recrudescence initiale du paludisme au temps d'Hippocrate, mais seulement son augmentation postérieure» (*op. cit.*, p. 407).
- [34] Cette évolution est retracée d'après LE LANNOU, M. 1936. Le rôle géographique de la malaria, Annales de Géographie, XLV, 254, pp. 113-135; voir spécialement les pp. 124-126. Le Lannou a utilisé MISSIROLI, A. 1934. Lezioni sulla epidemiologia e profilassi della malaria, Rome, qui s'inspire lui-même pour la Campagne romaine du livre de CELLI, A. 1925. Storia della malaria nell'Agro Romano, Mem. R. Acad. dei Lincei.

- [35] LE LANNOU, M. 1936. *Op. cit.*, p. 125.
- [36] BRAUDEL, F. 1985. La Méditerranée et le monde méditerranéen à l'époque de Philippe II, A. COLIN, Paris, 6^e édition, voir p. 72. F. Braudel a traité le problème général des plaines méditerranéennes, pp. 53-76, et plus spécifiquement celui de la malaria dans les plaines, pp. 56-59.
- [37] LE LANNOU, M. 1936. *Op. cit.*, p. 126.
- [38] MOUCHET, J. 1989. Les maladies à vecteurs dans un monde en mutation. — *Bull. Séanc. Acad. r. Sci. Outre-Mer*, 35 (3): 377.
- [39] LE LANNOU, M. 1936. *Op. cit.*, p. 124.
- [40] Nous n'avons considéré, dans cette communication, que les rivages septentrionaux de la Méditerranée antique (auxquels on pourrait joindre aussi le Maghreb). Mais d'autres maladies endémiques liées à l'eau existaient sur la rive méridionale. La bilharziose, par exemple, a été décelée dans des momies égyptiennes de la 20^e dynastie (GRMEK, M. D. 1983. *Op. cit.*, p. 164). Différents aspects du thème de la présente communication ont été traités dans SALMON, P. 1992. La contamination des eaux et son impact sur la démographie du monde gréco-romain. — *In*: L'eau et les hommes en Méditerranée et en Mer Noire dans l'Antiquité de l'époque mycénienne au règne de Justinien. Actes du Colloque International (Athènes, 20-24 mai 1988), édités par GARGOUD, G., MARANGOU, L. & VILLAIN-GANDOSSI, C., Athènes, pp. 541-555.

Water: wereldwijd en waardevol

L'eau: une valeur mondiale

Water: Worldwide and Worthwhile

Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen

Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer

United Nations Brussels

pp. 51-58 (1998)

L'impact sur la santé de l'investissement dans le secteur de l'eau

par

André PROST*

MOTS-CLES. — Accès à l'eau; Bénéfices sanitaires.

RESUME. — L'analyse économique appliquée au domaine de la santé n'a nulle part été plus dérangeante que dans le secteur de l'eau. Depuis Koch et Pasteur, «il allait sans dire» que la consommation et l'utilisation d'eau bactériologiquement pure était une condition *sine qua non* de la prévention des maladies, mais les épidémiologistes n'avaient pas de bénéfices quantifiables à mettre en balance avec la lourdeur des investissements requis. Il a fallu une réévaluation épidémiologique et économique de la question. La santé n'est en fait qu'un des multiples bénéfices dérivés de l'accès à l'eau. Amener celle-ci dans un village, c'est satisfaire un besoin, faire progresser l'hygiène, mais c'est aussi améliorer l'alimentation en permettant de créer des jardins domestiques, c'est libérer le temps des femmes avec un impact immédiat sur la santé des enfants et celle de la famille en général. On a pu argumenter qu'il était illégitime de comparer l'impact de l'approvisionnement en eau avec celui d'un programme de réhydratation orale des diarrhéiques, à l'avantage du second bien sûr en termes économiques, sur le seul critère de la mortalité évitée. En se rapprochant du concept des «besoins essentiels» développé dans les années 1970, il a pu être argumenté qu'il n'était pas possible, ni donc légitime, d'isoler les effets d'un approvisionnement en eau de ceux des autres interventions à visée sanitaire car seul un ensemble d'éléments de base assurant la satisfaction de besoins essentiels avait une chance d'induire un changement observable dans une population qui était en dessous d'un certain seuil de développement.

* Organisation mondiale de la Santé. Représentant du Directeur général auprès de l'Union européenne, Bruxelles (Belgique).

TREFWOORDEN. — Toegang tot water; Sanitaire voordelen.

SAMENVATTING. — *De impact van de investeringen in de sector water op de gezondheid.* — De economische analyse toegepast op het gebied van de gezondheid is nergens verstorender geweest dan in de sector water. Sedert Koch en Pasteur was het vanzelfsprekend dat het verbruik en het gebruik van bacteriologisch zuiver water een *conditio sine qua non* was voor het voorkomen van ziekten, maar de epidemiologen konden geen meetbare voordelen voorleggen als tegengewicht voor de gevraagde zware investeringen. Een epidemiologische en economische revaluatie van de vraag drong zich op. De gezondheid is immers slechts één van de vele positieve gevolgen van het toegang hebben tot water. Water naar een dorp brengen is een nood lenigen, de hygiëne bevorderen, maar het is ook de voeding verbeteren door het aanleggen van moestuinen mogelijk te maken, de vrouwen vrije tijd geven, met een onmiddellijke impact op de gezondheid van de kinderen en van de familie in het algemeen. Men heeft kunnen inbrengen dat het onrechtvaardig was de impact van de waterbevoorrading te vergelijken met deze van een orale-rehydratieprogramma voor diarreeklidders, uiteraard in het voordeel van dit laatste om economische redenen, op grond van het enige criterium van de vermeden mortaliteit. Door te verwijzen naar het in de jaren 1970 uitgewerkte concept „essentiële noden”, heeft men kunnen argumenteren dat het niet mogelijk, en dus niet legitiem, is de effecten van watervoorziening te isoleren van deze van andere tussenkomsten met sanitaire doeleinden; enkel een geheel van basiselementen die aan de essentiële behoeften kunnen voldoen, heeft een kans om een merkbare verandering te brengen bij een bevolking die zich onder een bepaalde ontwikkelingsdrempel bevindt.

KEYWORDS. — Access to Water; Health Benefits.

SUMMARY. — *Health Impact of Investment in the Water Sector.* — Applying economic analysis in the health field has had the most disturbing effect in the water sector. After Koch and Pasteur, it “went without saying” that the use and consumption of bacteriologically pure water was a *sine qua non* for disease prevention, but epidemiologists could not demonstrate quantifiable benefits to counterbalance the required heavy investment. An epidemiological and economic reassessment of the subject was necessary. In fact, health is only one of the many benefits accruing to better access to water. Supplying water to a village satisfies a basic need and improves hygiene, but also results in improved nutrition providing as it does the means for creating vegetable gardens, and results in women having more time available, which has immediate impact on children’s health and that of the family in general. It has been argued that it was not legitimate to compare the cost-effectiveness of water supply to that of oral rehydration for patients suffering from diarrhoea, to the advantage of the latter, of course, solely on the grounds of lives saved. Using the concept of “basic needs” developed in the 1970s, it has been argued that it was not possible — and moreover

not justifiable — to consider the effects of water supply in isolation from those of other health-oriented interventions. In effect, only a series of essential elements geared to meeting basic needs is likely to result in a perceptible change in health status of any population below a certain level of development.

*
* *

L'analyse économique appliquée au domaine de la santé n'a nulle part été plus dérangeante que dans le secteur de l'eau. Depuis une vingtaine d'années, l'investissement dans les secteurs non productifs a été soumis à une analyse critique conduisant en général à sa remise en cause. Dans une ambiance de compétition pour des ressources limitées, la tendance est de privilégier le productif par rapport au non-productif, le court terme aux dépens du long terme, le spécifique par rapport au sectoriel. Mieux, au nom du libéralisme, on exige que le secteur public se désengage et que par le biais des droits d'usage, l'accès à l'eau tombe sous la loi commune du marché.

Les professionnels de la santé sont heurtés frontalement dans leurs certitudes et ils sentent confusément que le raisonnement a un côté spécieux. La santé n'est pas un bien ordinaire dont on puisse accepter de gaîté de cœur que quelqu'un en soit privé. L'exigence de solidarité implique l'intervention de la société, c'est-à-dire de l'Etat, ou de tout autre élément régulateur qui soit le garant du respect des valeurs sociales. L'ajustement de l'offre à la demande par les mécanismes du marché ne garantit pas l'accessibilité de l'offre, un élément essentiel de la réflexion sur les systèmes de santé.

Faire de l'eau potable un produit régenté par le marché oriente la fourniture des services vers les groupes sociaux disposant d'un revenu minimum et néglige ceux qui ne sont pas totalement intégrés à l'économie monétaire, c'est-à-dire la frange traditionnelle des pauvres. Pour ceux-ci s'ajoute un effet pervers: l'élasticité de la demande en eau est négligeable, sinon nulle. Cela signifie que le prix a peu d'influence sur le volume de la demande: les besoins en eau sont déterminés par un seuil incompressible, et au-delà par des habitudes et des usages influencés par les comportements, l'éducation et la culture. Dans les faubourgs de Lima, par exemple, on a noté en 1974 que plus les résidents étaient pauvres, plus élevée était la part de l'eau dans les dépenses des ménages. Faire payer l'eau n'en réduit pas la consommation mais a pour résultat de diverter des ressources consacrées jusque-là à des dépenses moins vitales. A Lima, ce sont la part de la santé et celle de l'alimentation qui ont été ponctionnées dans le budget des ménages, et l'on a mis en évidence ce paradoxe que l'adduction en eau potable avait aggravé la situation nutritionnelle et médicale des *barrios* (ADRIANZA & GRAHAM 1974).

Il s'agit là d'effets indirects. Que sait-on précisément sur les bénéfices sanitaires de l'accès à l'eau saine?

Depuis les Grecs, la médecine avait établi un lien entre lieux humides et fièvres, entre environnements insalubres, diarrhées et affections intestinales. Mais jamais l'eau n'avait été identifiée comme un véhicule du mal, même en Chine, où la tradition de ne consommer que de l'eau bouillie est immémoriale. Il manquait un chaînon conceptuel pour permettre au raisonnement scientifique de progresser. Il fut apporté par John Snow, médecin de Londres, ce jour de 1854 où, en pleine épidémie de choléra, il fit condamner la fontaine publique de Broad Street. En quelques jours, le nombre de nouveaux cas s'effondra. Il montra ensuite que le nombre de décès dus au choléra était beaucoup plus important dans les blocs résidentiels desservis par la *Southwark & Vauxhall Water Company* que dans ceux alimentés par la *Lambeth Water Company*, alors même que les deux réseaux étaient intriqués (SNOW 1855). Cette démonstration était bien celle d'un concept car le vibrion cholérique n'avait pas encore été identifié par Koch, la théorie microbienne était en pleine gestation controversée, et Snow s'était gardé d'émettre une opinion sur la nature de l'agent éventuel.

L'évidence de la transmission hydrique des maladies s'imposa après que Pasteur eut définitivement écarté les théories de la génération spontanée. La microbiologie devint le cadre de référence de l'action des hygiénistes qui s'était épanouie depuis le début du 19^e siècle. La nécessaire pureté de l'environnement de l'homme, ce que l'on appellerait aujourd'hui *a germ-free approach*, devint un postulat, c'est-à-dire selon les mathématiques une loi de la nature qui ne peut être ni discutée, ni démontrée. Or, en termes d'analyse économique moderne, l'absence de démonstration remet en cause le postulat. C'était mettre les médecins en position inconfortable car si l'on est prompt à identifier l'hérésie, on conçoit mal l'intérêt de démontrer une vérité fondatrice.

Il a été difficile de montrer l'impact spécifique et les bénéfices sanitaires de la campagne pour la qualité de l'eau. Une étude soutenue par la Banque mondiale a estimé que l'adduction en eau potable d'une vingtaine de villes du Brésil aurait été directement responsable d'un cinquième de la réduction de la mortalité infantile observée entre 1970 et 1976 dans les quartiers nouvellement desservis (MERRICK 1985). Un retour historique sur le déclin de la mortalité dans trois villes françaises au 19^e siècle — Paris, Lyon et Marseille — a peut-être fourni une indication concordante. PRESTON & VAN DE WALLE (1978) ont montré que l'espérance de vie des femmes avait commencé à s'élever à Lyon vers 1850, puis à Paris dix ans plus tard, mais qu'il avait fallu attendre la fin du siècle pour déceler le mouvement à Marseille. Il y aurait synergie avec l'achèvement à Lyon dès 1855 d'un système d'égouts et d'adduction d'eau, tâche qui s'est étendue sur toute la seconde moitié du siècle à Paris, tandis que Marseille attendait 1898 pour se doter d'une infrastructure décente. Malheureusement, d'autres séries historiques, dans les villes anglaises, mais aussi celles des Pays-Bas et des Flandres, n'ont pas permis de confirmer ce qui reste une hypothèse, aussi attractive soit-elle.

Que répondre à ceux qui, comme WALSH & WARREN (1979) de la Fondation Rockefeller, ont montré qu'éviter le décès d'un enfant du Tiers-Monde revenait à environ \$ 5 000 si l'on assainissait l'eau, à \$ 3 000 si l'on agissait sur la nutrition, mais à seulement \$ 2 si l'on prévenait le paludisme ou si l'on développait la réhydratation orale des diarrhées? Et qui concluaient bien sûr à l'abandon de l'investissement dans les programmes d'eau pour cause d'inefficacité!

L'argumentaire s'est développé dans deux directions (PROST 1993). D'abord sur le fait qu'il est illégitime d'évaluer l'impact de l'eau au seul regard de la mortalité infantile car ce n'en est pas l'objectif principal; en termes économiques, il s'agit de substituer une analyse coût-bénéfices à une analyse coût-efficacité. Deuxièmement, sur le fait que l'eau est un des besoins essentiels de l'homme et qu'on ne saurait en évaluer l'effet indépendamment de la satisfaction des autres besoins essentiels.

Efficacité et bénéfices

Les bénéfices que l'on attend d'un accès à une eau de qualité sont multiples. Il s'agit d'abord de pourvoir à la boisson, à l'hygiène individuelle, à celle du linge, des ustensiles domestiques et de l'habitat. Beaucoup de maladies peuvent ainsi être évitées qui, sans être mortelles, sont incapacitantes, et de même que la maladie entraîne des dépenses directes de santé, l'invalidité temporaire a un coût économique au regard de la production. Les dysenteries, l'hépatite, sont des exemples évidents, mais aussi le ver de Guinée qui, jamais mortel, rend grabataire jusqu'à la moitié de la main-d'œuvre disponible de certains villages à l'époque des travaux agricoles. Les études épidémiologiques ont montré aussi que la quantité d'eau disponible avait un effet en soi, sans égard à sa qualité: lorsqu'à la suite d'une panne prolongée de l'électricité la moitié de la ville de Port-au-Prince a été privée d'eau et sa population limitée à 4 litres par jour et par personne, en moins de trois semaines, les diarrhées avaient augmenté de 20 %, de même que les otites et les conjonctivites, par rapport aux quartiers qui avaient gardé un approvisionnement régulier (THACKER *et al.* 1980). Dermatitis, otites et conjonctivites représentent jusqu'à un tiers de la demande de soins d'une communauté rurale et leur fréquence est la première à chuter quand l'eau devient disponible.

Un point d'eau villageois évite le séjour prolongé des femmes et des enfants au bord de la rivière ou de l'étang, lieux de contact avec de nombreux vecteurs de maladie. Ainsi dans l'île de Sainte Lucie un programme communautaire d'approvisionnement en eau et d'assainissement a fait chuter de 80 % en quelques années la bilharziose intestinale (JORDAN *et al.* 1982). L'eau villageoise permet l'irrigation de jardins potagers qui fournissent les compléments alimentaires indispensables, vitamines et oligo-éléments des condiments, des légumes et des fruits, et donc retentit toujours sur un meilleur état nutritionnel de la population.

Plus encore, l'adduction d'eau libère le temps des femmes qui consacrent plusieurs heures à la puiser et la rapporter, jusqu'à six heures dans certaines situations africaines. Le temps dégagé est réinvesti dans les soins aux enfants, dans leur éducation, dans la gestion domestique et dans des activités productives.

Dans cet ensemble de bénéfices bien attestés, la réduction de la mortalité infantile devient sinon anecdotique, du moins un effet mineur. On peut donc déclarer illégitime le choix de cet indicateur pour comparer un programme d'approvisionnement en eau, où il est marginal, avec un programme de réhydratation orale des diarrhées, dont il est la cible principale. On peut dire que, pour réduire la mortalité infantile, la réhydratation orale est plus efficace qu'une adduction d'eau par rapport aux coûts impliqués, mais que cela n'invalide pas cet investissement au plan sanitaire, sauf par un raisonnement de sophiste.

Les analyses coût-efficacité qui permettent de sélectionner la meilleure stratégie pour atteindre un objectif donné ne peuvent pas se substituer aux analyses coût-bénéfices qui permettent aux décideurs de définir ces objectifs en tenant compte de l'ensemble des bénéfices attendus.

L'approche des besoins essentiels

L'approche des besoins essentiels découle de la théorie économique de l'investissement humain qui valut à SCHULTZ (1981) le Prix Nobel d'économie. En schématisant, elle postule que l'homme est le facteur principal du développement et que l'investissement dans les ressources humaines — éducation, formation, santé, habitat — est non seulement rentable à long terme mais une condition préalable à l'enclenchement d'un cycle de développement économique. C'est une formulation élargie du cercle vicieux pauvreté-ignorance-maladie cher à un autre Prix Nobel, Gunnar Myrdal, et dont chacun des termes nourrit les deux autres.

Dans cette optique, l'accès à l'eau potable fait partie d'un ensemble de besoins essentiels totalement intriqués et dont l'ensemble doit être satisfait au moins en partie si l'on veut observer un effet. Une action spécifique dirigée sur un seul composant n'aura pas d'impact mesurable, ce qui ne veut pas dire qu'elle soit inutile, mais seulement qu'elle est insuffisante.

Prenons un exemple: dans une population vivant en dessous du seuil de pauvreté, vacciner contre la rougeole ne réduira pas sensiblement la mortalité infantile. Les enfants épargnés par la rougeole mourront de malnutrition, de pneumonie, de diarrhée, d'autres maladies qui annihileront le gain spécifique de la vaccination. De même, en supposant qu'on élimine les diarrhées par la fourniture d'eau potable, la mortalité par les autres causes oblitérera le bénéfice catégoriel. Il y a un seuil de satisfaction d'un ensemble de base, appelé besoins essentiels, qui doit être atteint pour qu'un lien de cause à effet puisse se manifester lorsqu'on intervient sur l'une des composantes de cet ensemble.

Ces éléments ont été formalisés par Shuval, de l'Université de Jérusalem, dans la théorie seuil-saturation (SHUVAL *et al.* 1981). En dessous d'un certain niveau de développement économique, dit-il, les conditions sont telles que d'autres facteurs, d'autres pathologies, oblitèrent l'impact de l'approvisionnement en eau. A l'inverse, dans les populations jouissant d'un niveau de développement élevé, une amélioration marginale des indicateurs de santé nécessite des investissements prohibitifs (usines de retraitement, réseaux complexes d'assainissement). C'est l'étape de saturation. Entre les deux seulement, c'est-à-dire dans les pays à revenu intermédiaire, il y a un impact directement observable d'une action sur le compartiment de l'eau.

L'approche de Shuval n'est pas spécifique à l'eau. Le même raisonnement s'applique à chacune des interventions dirigées vers le segment le plus pauvre de la population mondiale. On a pu en conclure qu'il n'était pas légitime d'évaluer une action au moyen d'un indicateur non spécifique, multifactoriel, tel que la mortalité par exemple. On peut même affirmer qu'en dessous d'un seuil de satisfaction des besoins essentiels, un indicateur d'impact est inapproprié : la seule évaluation légitime est celle du degré de réalisation de l'objectif, en d'autres termes celle de la couverture plutôt que des effets.

Une même philosophie fonde l'indicateur de développement humain proposé par le Programme des Nations Unies pour le Développement pour classer les pays d'une façon plus réaliste que sur la base du seul revenu moyen par habitant où la richesse globale peut cacher des inégalités sociales criantes. L'indicateur pondère la richesse par l'espérance de vie à la naissance, l'analphabétisme et la scolarisation primaire (UNDP 1997).

Il ne faut pas être réticent à admettre le bien-fondé d'une réévaluation objective de l'accès à l'eau, même si depuis un siècle « cela va sans dire ». Il faut avoir la confiance intellectuelle de mettre en cause les failles méthodologiques qui pervertissent certaines conclusions. Il faut avoir des données fiables et convaincantes pour attester que la santé n'est pas un bien ordinaire dont la consommation est laissée aux individus sous la conduite du marché. La mise en cause de la rationalité sanitaire de l'investissement dans le secteur de l'eau a été un stimulant.

REFERENCES

- ADRIANZA, B.T. & GRAHAM, G.G. 1974. The high cost of being poor: water. — *Archives of Environmental Health*, **28**: 312-315.
- JORDAN, P., UNRAU, G.O., BARTHOLOMEW, R.K., COOK, J.A. & GRIST, E. 1982. Value of individual household water supplies in the maintenance phase of a schistosomiasis control programme in Saint Lucia. — *Bulletin of the World Health Organization*, **60**: 583-588.
- MERRICK, T.W. 1985. The effect of piped water on early childhood mortality in urban Brazil, 1970 to 1976. — *Demography*, **22**: 1-24.

- PRESTON, S.H. & VAN DE WALLE, E. 1978. Urban French mortality in the Nineteenth Century. — *Population studies*, **32**: 275-297.
- PROST, A. 1993. The management of water resources, development and human health in the humid tropics. — *In*: BONELL, M., HOFSCHEIDT, M.M. & GLADWELL, J.S., Hydrology and water management in the humid tropics. Cambridge University Press, pp. 437-453.
- SCHULTZ, T.W. 1981. Investing in people. The economics of population quality. — Berkeley: University of California.
- SHUVAL, H., TILDEN, R., PERRY, B. & GROSSE, R. 1981. Effect of investments in water supply and sanitation on health status: a threshold-saturation theory. — *Bulletin of the World Health Organization*, **59**: 243-248.
- SNOW, J. 1855. On the mode of communication of cholera. — J. Churchill, London, 162 pp.
- THACKER, S.B., MUSIC, S., POLLARD, R.A., BERGGREN, G., BOULOS, C., NAGY, T., BRUTUS, M., PAMPHILE, M., FERDINAND, R.O. & JOSEPH, V.R. 1980. Acute water shortage and health problems in Haiti. — *Lancet*, **8166**: 471-473.
- UNDP 1997. Human Development Report. — Oxford University Press, Oxford.
- WALSH, J. & WARREN, K.S. 1979. Selective primary health care. An interim strategy for disease control in developing countries. — *New England Journal of Medicine*, **301**: 967-974.

Water: wereldwijd en waardevol

L'eau: une valeur mondiale

Water: Worldwide and Worthwhile

Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen

Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer

United Nations Brussels

pp. 59-61 (1998)

Bespreking — Discussion

P. Fierens. — A l'issue des exposés consacrés à divers aspects du thème de l'eau et de la santé, je m'adresse à la fois aux trois orateurs que nous venons d'écouter. Les informations et les considérations dont vous nous avez fait part, ainsi que les conclusions qui en ressortent, sont évidemment susceptibles d'influencer les politiques et les stratégies sanitaires en rapport avec la quantité et la qualité de l'eau disponible, compte tenu de maints autres facteurs. C'est là une conséquence hautement souhaitable pour autant que les réformes éventuelles prennent place dans un processus global et pluridisciplinaire de croissance socio-économique et d'ajustement culturel. Néanmoins, une telle démarche me paraît difficile à concevoir et à appliquer sur le terrain sans recourir simultanément à une éducation sanitaire adéquate des populations concernées, surtout s'il s'agit de pays en voie de développement. Cet angle important de la relation eau-santé n'a pas été abordé aujourd'hui. Il fait l'objet de la question que je me permets de poser, dans les mêmes termes, à tous les trois et que voici: dans l'optique de votre conférence et de la philosophie qui en émane, quelle est votre approche de cette problématique et quel type de pédagogie sanitaire estimez-vous la mieux appropriée afin d'instruire au mieux et de sensibiliser au maximum les populations cibles et de les rendre ouvertes aux conseils et directives des agents du développement, dont le corps médical? Accessoirement, quelle est votre opinion au sujet de la méthode éducative de «L'enfant pour l'enfant» à propos de laquelle j'ai fait récemment une communication à l'Académie? Cette pédagogie active est mise en pratique avec succès dans quelque septante pays et, notamment, exploite avec bonheur et discernement la formule stimulante «l'eau c'est la vie».

P. Gigase. — Votre question ne me suggère pas de réponses pour lesquelles je sois compétent. Quelques remarques pourtant. C'est vrai que la participation de la communauté afin de l'intéresser à l'utilisation et à l'entretien des aménagements mis à sa disposition est importante et reconnue. L'utilité de l'eau semble évidente et, néanmoins, l'attitude d'une population qui n'a pas été éduquée est souvent décevante. On démolit les robinets, les enfants utilisent les pédales des pompes comme balançoire et, à 50 m de là, on voit les gens qui, au lieu d'utiliser les puits forés mis à leur disposition, vont puiser l'eau aux marigots. Or, le groupe ciblé ici est, me semble-t-il, essentiellement constitué de femmes. Celles-ci sont les principales utilisatrices de l'eau domestique et elles sont souvent de très bon conseil. Hélas, on n'écoute pas souvent leurs conseils avant de placer les installations. Elles peuvent pourtant indiquer les meilleurs emplacements, la façon d'aménager les installations, et ce en toute sécurité, par exemple envers leurs enfants. Un autre point est que l'on peut y impliquer la population en lui demandant une contribution

volontaire en argent ou, mieux encore, en main-d'œuvre pour la rendre plus consciente de ses responsabilités et aussi pour la former à l'entretien des installations. L'éducation devrait aussi apporter les éléments essentiels afin d'éviter la contamination de l'eau lors du transport et du stockage. Fournir une eau de plus ou moins bonne qualité est une chose, mais il existe encore des possibilités de contamination autres. L'intégration à d'autres projets est intéressante. On a ainsi fait remarquer qu'en associant les adductions d'eau à des projets d'élaboration de jardins potagers par exemple, l'eau utilisée ou perdue peut servir à l'irrigation de ceux-ci. Pour ce qui est des enfants, auxquels vous tenez tout particulièrement, c'est peut-être dans le domaine de l'hygiène qu'on peut le mieux les former, notamment à se laver régulièrement les mains avant les repas et après la défécation, et aussi en leur apprenant à utiliser proprement des latrines.

Une seconde remarque est que l'éducation sanitaire est une très bonne chose. Encore faut-il que les moyens de la mettre en application existent. Avant de dire aux gens qu'il doivent utiliser de l'eau propre, il faut d'abord qu'il y ait de l'eau disponible en quantité appropriée et à proximité suffisante. C'est là un point que l'on tend parfois curieusement à oublier. Quand on dit aux gens qu'il faut faire bouillir de l'eau avant de l'utiliser, c'est très bien. Encore faut-il qu'il y ait non seulement de l'eau, mais du bois de chauffage. Et le bois de chauffage, qui commence à devenir une denrée rare, est un autre problème d'avenir pour les pays du Tiers-Monde.

Une troisième remarque est que les éducateurs doivent tenir compte de l'adéquation entre besoins, demandes, habitudes ou traditions. A ce sujet, je songe à quelque chose que j'ai vu personnellement, à savoir les pompes inutilisées que les organisations internationales ont placées et, à côté, les gens qui puisent l'eau aux marigots. On s'étonne de cela mais on ne s'étonne pas de trouver dans nos supermarchés au moins dix, vingt, ou trente marques d'eau minérale différentes, que chacun choisisse son eau préférée et soit désespéré si telle marque n'est pas présente. Je crois qu'on oublie trop souvent que l'eau possède des qualités organoleptiques auxquelles, il me faut l'avouer, je ne suis personnellement guère sensible, mais qui, pour certaines personnes, semblent être une réalité.

Enfin, comme je l'ai souligné, l'assainissement est un volet indissociable des adductions d'eau, mais je crois qu'alors l'acte qu'on pose est un acte qui vaut plus pour la communauté que pour l'individu. Et ce n'est pas un cas isolé. Qu'on songe aux vaccinations qui, pour l'individu même, n'ont plus beaucoup d'intérêt, mais qui en ont un pour la communauté. Pour prendre un exemple typiquement belge, songez au tri des ordures dans notre pays qui, bien que peu amusant pour l'individu, est une nécessité pour la communauté et, dans ce cas, il faut dire que les risques d'une amende contribuent grandement à l'éducation de notre population.

P. Fierens. — Professeur Nicolai, pourriez-vous nous donner votre point de vue?

H. Nicolai. — Après la brillante réponse du professeur Gigase, je pense n'avoir pas grand-chose à ajouter. Les exemples que j'avais donnés du recul de la malaria à certains moments, dans certaines régions, montraient qu'il était la conséquence, non pas d'opérations sanitaires, mais d'opérations visant au développement économique du territoire. En ce qui concerne la population-cible, je suis tout à fait d'accord avec M. Gigase pour ce qui est des femmes. Je crois aussi, et très fortement, que les enfants sont une cible extrêmement importante, tant dans nos régions d'ailleurs que dans les pays en voie de développement. Par exemple, le Centre d'environnement de mon Université à Treignes avait organisé des opérations pédagogiques auprès des enfants pour les sensibiliser à la question de l'eau. Les enfants des écoles allaient tout autour du village voir

les ruisseaux, prenaient parfois des mesures, constataient l'état de l'eau à l'entrée du village, ce qui se passait dans la traversée du village, et en déduisaient ce qu'il ne fallait pas faire après les constatations qu'ils avaient pu établir au cours de ces exercices. Je pense donc qu'il est très important de sensibiliser les enfants, non seulement parce que ce sont les adultes de demain, mais aussi parce qu'ils sont des intermédiaires auprès des parents. Voici quelques semaines, me trouvant au Bénin, j'ai été frappé par l'importance que prenaient les enfants dans la corvée de l'eau. Dans certains villages, ce sont les enfants qui sont chargés de cette corvée, pas toujours les femmes. Par conséquent, il est très important de leur montrer ce qu'il ne faut pas faire autour des points d'eau, et qu'il faut garder propres, soit les fontaines, soit les puits. Une action auprès des enfants aurait donc certainement un effet très bénéfique.

P. Fierens. — M. Prost, souhaitez-vous répondre, vous aussi, à la question sur la pertinence éventuelle de l'éducation sanitaire des populations cibles?

A. Prost. — Oui, bien sûr. Je me permettrai quelques commentaires. Le premier: oui, il faut une éducation sanitaire. En voici un exemple. Au Bangladesh, on a montré que fournir de l'eau aux familles était sans effet sur leur santé si le point d'eau était à plus de 300 m des habitations. Vous aviez un effet direct s'il y avait un robinet dans la cour, une adduction d'eau individuelle. Mais à partir de 300 m de distance, il n'y avait plus d'effet. Pourquoi? Parce qu'on va chercher l'eau une fois par jour, parfois une fois tous les deux jours. Plus le point est loin, plus la fréquence diminue. Cette eau, on la ramène, on a un système de stockage. Ce système de stockage, c'est une jarre dans la cour. À côté se trouve une petite louche ou calebasse posée par terre dans la poussière. Chaque fois qu'on puise de l'eau, on prend cette calebasse, on la trempe dans la grande jarre et, avec toute la poussière et la saleté traînant au fond, la jarre se transforme en culture pure bactérienne en moins de quelques heures. Voilà un exemple typique de ce que l'éducation sanitaire pourrait probablement amender.

Deuxième commentaire. Mon expérience en Afrique m'a montré que l'éducation sanitaire doit se faire par des membres de la communauté. Tous les discours que nous pouvons aller faire, ce sont des idées de Blancs. Et même si vous utilisez quelqu'un qui n'est pas du village, qui n'est pas de la communauté, il propage des idées de Blancs. L'éducation sanitaire doit venir de l'intérieur de la communauté. À ce sujet, j'apprécie beaucoup l'approche de M. Fierens avec l'utilisation des enfants et leur force de conviction. J'y mettrais simplement un *caveat*. Depuis que l'Unicef a développé la Convention sur les droits de l'enfant, depuis que cette idée est devenue un des principes qui nous guide, il faut qu'une action portant sur la classe d'âge des enfants ait un intérêt pour elle-même. Nous ne devons pas instrumentaliser les enfants sous prétexte qu'ils sont malléables, sous prétexte qu'ils sont plus réceptifs au message et qu'ils pourraient le propager dans la communauté. On peut faire ça pour le bien, on peut le faire également pour le moins bon. Je crois que sur le plan des principes, si nous refusons l'instrumentalisation des enfants, il faut la refuser pour tout, que ce soit pour le bien comme pour le moins bon.

WATER EN NATUUR — EAU ET NATURE
WATER AND NATURE

Water: wereldwijd en waardevol

L'eau: une valeur mondiale

Water: Worldwide and Worthwhile

Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen

Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer

United Nations Brussels

pp. 65-67 (1998)

Exposé introductif

par

Jean-Jacques SYMOENS*, modérateur

Monseigneur,
Excellences,
Monsieur le Président,
Madame la Secrétaire perpétuelle,
Chers Consœurs, Confrères et Amis,

Considérée longtemps comme un des quatre «éléments» naturels constitutifs de notre planète, l'eau a, de toute antiquité, été perçue par l'homme comme un don divin. Selon la Genèse, l'esprit de Dieu se mouvait dès l'origine au-dessus des eaux et le récit biblique narre la séparation, dès le deuxième jour, des eaux célestes et des eaux d'ici-bas et le rassemblement, au troisième jour, des masses marines. Pour les Sumériens, l'eau était le principe mâle descendant du ciel pour féconder la terre, assurant ainsi la résurrection annuelle des végétaux. La mythologie grecque associait à l'eau bien des divinités, Poséidon et Amphitrite, Tritons, Néréides et Naïades, et c'est Pégase, le cheval ailé qui d'un coup de sabot fit sortir de la montagne d'Hélicon la fontaine d'Hippocrène, lieu favori des Muses. Autour des sources, le culte païen de jadis a fait place aux pèlerinages chrétiens d'aujourd'hui.

L'eau — rappelons-le — couvre près des trois quarts de la planète et le corps humain contient 65 à 70 % de son poids en eau. Il n'est donc pas étonnant que l'eau fasse l'objet de la préoccupation majeure de l'humanité. L'accès à l'eau potable et à l'assainissement est un facteur primordial de l'hygiène, de la santé et d'une vie digne: c'est, autant que les libertés individuelles, un des plus essentiels des droits de l'homme. L'eau a pour l'homme maints usages: elle est matière première, liquide de référence, source d'énergie, support des réactions

* Secrétaire perpétuel honoraire de l'Académie; professeur émérite de la «Vrije Universiteit Brussel» (Belgique).

chimiques. Elle fut, avant les routes — et cet usage n'a pas disparu —, voie de transport et de communication. Ajoutons encore aux bienfaits de l'eau que l'homme aime sa vue — il crée des espaces bleus — et que, dans les pays industrialisés, la pratique des sports nautiques est un élément essentiel, sinon parfois dominant, des loisirs et des vacances.

Le cycle de l'eau, entraîné par l'énergie solaire, est sans doute le processus dynamique le plus fondamental de notre planète. Par l'infiltration, il alimente les nappes aquifères et les sources, et par l'écoulement, il nourrit les rivières et les fleuves, assurant ainsi la permanence des ressources hydriques, mais aussi l'évacuation des déchets. La règle de Walter énonce que la productivité végétale, base du fonctionnement de tous les écosystèmes terrestres, naturels et artificiels, c'est-à-dire les forêts, prairies et cultures, est proportionnelle à l'eau transpirée par eux. Dans le cas particulier des régions où la pluviosité annuelle est inférieure à 300 mm, la productivité du tapis végétal est même *grosso modo* directement proportionnelle à cette pluviosité. Ainsi donc, toute luxuriance de la nature reflète l'abondance de l'eau, toute production agricole dépend de sa disponibilité. Point de vie là où l'eau fait défaut; le mot désert est lourd d'évocations angoissantes.

L'eau constitue, avec l'air, la ressource naturelle la plus indispensable à l'homme. Dès l'Antiquité, des civilisations se sont fondées sur la maîtrise de l'eau, sur l'irrigation, le drainage, la prévention des inondations, mais aussi sur l'utilisation judicieuse des crues. N'avons-nous pas, tout jeunes, appris que l'Égypte était un don du Nil? Aujourd'hui encore le réseau des aqueducs construits par les Romains nous étonne et nous émerveille.

L'eau est une ressource renouvelable, comme l'air, mais au contraire de ce dernier, elle est très inégalement répartie. La connaissance des paramètres du cycle de l'eau, intensité des précipitations et de l'évapotranspiration, volume des aquifères, débit des sources et des fleuves, mais aussi la connaissance et, si possible, la prévision des variations de ces paramètres dans le temps, autrement dit l'hydrologie et la météorologie sont donc, par excellence, des disciplines éminemment utiles à toute forme de développement durable. Rappelons que, dans ce domaine, l'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer a édité les observations hydrographiques du bassin congolais faites depuis 1932, puis, de 1951 à 1959, un Annuaire hydrologique du Congo, du Rwanda et du Burundi, qui fut un modèle du genre.

Au contraire des ressources fossiles telles que le charbon ou le pétrole, l'eau est certes offerte à l'homme de façon renouvelée par la nature. Mais il convient de la gérer avec sagesse, c'est-à-dire ne pas précipiter son écoulement par des déboisements dénudant les sols, ne pas accélérer son évaporation par une irrigation excessive et ne pas altérer sa qualité par la pollution.

L'eau est d'autre part, en même temps qu'une ressource en elle-même, l'habitat d'une flore et d'une faune immensément diversifiées. Des algues unicellulaires aux plantes à fleurs, des protozoaires aux mammifères, tous les grands groupes

systématiques ont des représentants aquatiques. De tout temps, l'homme a exploité la production biologique des écosystèmes aquatiques, surtout leur production animale (principalement poissons, également crustacés, mollusques, canards), mais aussi végétale (riz, bois, tannins et cultures de décrue diverses à la période du retrait des eaux dans les plaines périodiquement inondées).

Ici encore, ce capital biologique représente un ensemble inestimable de ressources renouvelables, pour autant qu'elles soient gérées de manière durable, c'est-à-dire en premier lieu que l'exploitation n'aille pas au-delà du rythme de reproduction de la ressource. Mais d'autres règles de gestion sont également à respecter pour assurer sa persistance, par exemple maintenir ou rétablir la qualité de l'eau, rechercher les techniques alternatives à l'emploi des pesticides, s'imposer la plus grande prudence dans les introductions d'espèces.

Qu'elle soit ou non considérée comme prioritaire, la fonction d'habitat d'une flore et d'une faune représentant un patrimoine de nature, toujours intéressant et parfois exceptionnel, devrait toujours être prise en considération dans l'utilisation des écosystèmes aquatiques. Une attention croissante est portée à leur diversité biologique: outre les potentialités que la biodiversité peut recéler pour l'avenir, elle représente souvent dès à présent une richesse économique que certains pays tropicaux mettent en valeur. Le lac Nakuru, au Kenya, attire chaque année des milliers de touristes venant admirer son extraordinaire population de flamants et, dans les parcs nationaux d'Afrique, les mares où viennent s'abreuver les grands mammifères constituent des points d'observation privilégiés.

Je m'en voudrais de prolonger le présent exposé qui n'a d'autre but que d'introduire ceux que vous attendez de trois éminents spécialistes: les professeurs Jean-Claude Micha des Facultés universitaires Notre-Dame de la Paix de Namur et Jean Jacques Peters de la «Vrije Universiteit Brussel», tous deux membres de l'Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer, et le Dr Dieter Kraemer, directeur du Département d'Hydrologie et des Ressources hydriques de l'Organisation météorologique mondiale.

Water: wereldwijd en waardevol

L'eau: une valeur mondiale

Water: Worldwide and Worthwhile

Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen

Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer

United Nations Brussels

pp. 69-89 (1998)

Zones humides tropicales et ressources biologiques

par

Jean-Claude MICHA* & François MALAISSE**

MOTS-CLES. — Zones humides; Aménagement; Introductions; Cichlidae; Cyprinidae.

RESUME. — S'il est bien connu que toute zone humide accomplit une série de fonctions (prévention des inondations, communication via la navigation, etc.) et génère divers produits (forestiers, fourragers, halieutiques, etc.), on a trop souvent tendance à oublier qu'elle présente aussi divers attributs remarquables, dont une grande diversité biologique. En ce qui concerne les poissons, le bassin du Congo est certainement un cas extraordinaire de spéciation et d'endémisme quasi unique au monde. Diverses familles de poissons s'y sont diversifiées de façon remarquable: Cichlidae avec des dizaines d'espèces dans le genre *Haplochromis*, qui nécessite plus que jamais une clarification taxinomique, plus d'une centaine d'espèces dans le genre *Labeo* (Cyprinidae), etc. Mais toutes ces espèces, dont l'inventaire est loin d'être terminé puisqu'on en décrit encore chaque année de nouvelles, font l'objet de pressions diverses: surexploitation par la pêche, destruction par pollution et mauvais aménagements des milieux aquatiques, introduction d'espèces diverses. Il en résulte souvent un bouleversement des communautés piscicoles qui s'accompagne d'extinction d'espèces parfois non encore décrites. En conclusion, il y a lieu de prendre conscience non seulement de l'importance de la ressource eau, mais aussi des organismes qui en font partie intégrante afin de déboucher sur des modalités de gestion plus judicieuses et plus durables.

TREFWOORDEN. — Waterrijke gebieden; Inrichting; Introducties; Cichlidae; Cyprinidae.

SAMENVATTING. — *Tropische waterrijke gebieden en biologische hulpbronnen.* — Terwijl het bekend is dat elk waterrijk gebied een reeks functies (voorkomen

* Membre de l'Académie; professeur aux Facultés universitaires Notre-Dame de la Paix de Namur, rue de Bruxelles 61, B-5000 Namur (Belgique).

** Membre de l'Académie; professeur à la Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux, passage des Déportés 2, B-5030 Gembloux (Belgique).

van overstromingen, communicatie via de scheepvaart, enz.) vervult en diverse (bos-, voeder-, visserij-)producten voortbrengt, is men al te vaak geneigd te vergeten dat het ook verscheidene opmerkelijke kenmerken, waaronder een grote biologische diversiteit, vertoont. Wat de vissen betreft, vormt het Congo-bekken zeker een bijzonder geval van soortvorming en endemisme nagenoeg uniek in de wereld. Verscheidene visfamilies hebben er zich op een opmerkelijke manier gediversifieerd: Cichlidae met tientallen soorten in het *Haplochromis*-geslacht dat meer dan ooit een taxonomische opheldering vereist, meer dan honderd soorten in het *Labeo*-geslacht (Cyprinidae), enz. Maar al deze soorten, waarvan de inventaris verre van af is vermits men er nog elk jaar nieuwe beschrijft, zijn het voorwerp van diverse spanningen: uitputting door de visserij, vernietiging door verontreiniging en slecht beheer van aquatische milieus, introductie van diverse soorten. Hieruit volgt vaak een geweldige beroering van de visgemeenschappen gepaard gaand met het uitsterven van soorten die soms niet eens beschreven werden. Ten slotte moet men zich niet alleen van het belang van het water als hulpbron maar ook van de organismen die er een integraal deel van uitmaken bewust zijn om tot oordeelkundiger en duurzamer beheersmodaliteiten te komen.

KEYWORDS. — Wetlands; Development; Introductions; Cichlidae; Cyprinidae.

SUMMARY. — *Tropical Wetlands and Biological Resources*. — Although every wetland is known to fulfil a series of functions (flood prevention, communication through navigation, etc.) and to generate different (forestry, fodder, fishing, etc.) products, there is a frequent tendency to forget that it also has different outstanding features including a large biological diversity. With regard to fish, there is no doubt that the Congo basin is an extraordinary, almost unique, case of speciation and endemism. Various fish families have diversified in a remarkable way: Cichlidae with dozens of species in the *Haplochromis* genus which needs more than ever a taxonomic clarification, more than a hundred species in the *Labeo* genus (Cyprinidae), etc. But all these species, whose survey is far from being closed as new ones are still described each year, are subject to various pressures: overexploitation through fishing, eradication through pollution and poor management of the aquatic environments, introduction of different species. The result is often a disturbance in the fish-breeding communities accompanied by the extinction of species which sometimes have not yet been described. In conclusion, it is necessary to realize not only the importance of water resources, but also of the organisms which are an integral part of it in order to reach more relevant and sustainable forms of management.

1. Introduction

Les zones humides, fleuves, lacs, marais, plaines inondables sont des milieux particuliers d'accès souvent difficile, associés aux pires maux de l'humanité:

maladies, inondations, terrains impraticables, obstacles au développement, etc. Aussi, les responsables de la planification et des programmes de développement, dans les pays développés comme dans les pays en voie de développement, n'ont cessé de vouloir les « assainir » par drainage et/ou endiguement. Il en résulte que la plupart des zones humides des régions industrialisées ont été détruites (plus de 50 % aux USA) avec des conséquences écologiques et économiques désastreuses. C'est pourquoi, après mille ans de travaux d'endiguement et de drainage, les Pays-Bas (ROGGERI 1995) tentent non seulement de recréer les zones humides détruites mais aussi d'en créer de nouvelles afin de réhabiliter les écosystèmes dégradés pour stocker des eaux de crue, alimenter la nappe phréatique, épurer des eaux usées, etc.

En ce qui concerne les régions tropicales d'Asie, d'Amérique latine et d'Afrique, les projets de développement récents, en cours ou prévus, tels que construction de barrages ou de digues, drainage de marécages, urbanisation sauvage, exploitation du sous-sol (pétrole, fer, manganèse, etc.), pollutions diverses (domestiques, agricoles, industrielles) menacent les dernières grandes zones humides des pays en voie de développement et risquent d'en réduire leur biodiversité (DUGAN 1992; SYMOENS 1994, 1997), reflet patent d'un développement non durable.

Pourtant, ces écosystèmes aquatiques offrent une large gamme de produits et de services lorsqu'ils sont gérés de façon traditionnelle, ce qui n'empêche pas, en cas d'aménagement judicieux, d'intensifier leur exploitation (SYMOENS & MICHA 1995). Cela implique de décroïsonner l'approche sectorielle de l'aménagement des zones humides qui, trop souvent, vise à privilégier un secteur économique particulier (agriculture, élevage, énergie, etc.) au détriment des besoins et intérêts des autres secteurs.

Après avoir défini la notion de zones humides et précisé le cadre géographique concerné, ce document en rappelle les fonctions, produits et attributs. Sur base de quelques cas concrets judicieusement choisis concernant les plantes et les poissons, nous allons tenter de provoquer la réflexion des aménagistes pour qu'à l'avenir ils tirent le meilleur parti des écosystèmes aquatiques en tenant compte de leurs caractéristiques intrinsèques plutôt que de les dégrader de façon irréversible.

2. Définitions et cadre géographique

Les termes « zone marécageuse », « marécage », « marais », « tourbière », « plaine inondable », etc. sont couramment employés depuis bien longtemps. Par contre, le terme « zones humides » est un vocable assez récent, proposé par les chercheurs, les écologistes et les aménagistes, qui a émergé des nombreuses et de plus en plus fréquentes conférences internationales consacrées aux milieux humides et à la nécessité de mieux les aménager et de mieux les gérer. Comme ils sont constitués d'écosystèmes très variés aux limites imprécises et fluctuantes, recouvrant des biotopes continentaux, côtiers ou marins, des milieux aquatiques

permanents ou temporaires, il faut plutôt les considérer comme des zones de transition ou écotones. Cette diversité a conduit les chercheurs à proposer une multitude de définitions correspondant chacune à un objectif spécifique. Ainsi, plus de cinquante définitions différentes (DUGAN 1992) ont été proposées et utilisées mais aucune n'est universellement reconnue, incontestable et utilisable à toutes fins (ROGGERI 1995).

La définition la plus large (DUGAN 1992) est, évidemment, celle de la Convention de Ramsar: «Les zones humides sont des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres» (Ramsar Convention 1971, traduction officielle Convention de Ramsar 1982).

Selon DUGAN (1992), les zones humides, telles que définies par la Convention de Ramsar, comportent trente catégories naturelles et neuf catégories artificielles! Mais si on se limite aux eaux continentales, on distingue parmi les zones humides naturelles, quatre catégories alluviales, dont deux pérennes et deux temporaires, trois catégories lacustres, dont deux permanentes et une saisonnière, et dix catégories palustres, dont sept émergentes et trois boisées. Pour les zones humides artificielles, on distingue cinq catégories basées sur leur fonction: agricole, aquicole, industrielle, etc. Cette multitude de types résulte d'une très grande diversité d'habitats et de fonctions, qui rend cette classification difficilement utilisable. C'est pourquoi, comme DUGAN (1992) et ROGGERI (1995), on simplifiera ces distinctions en reconnaissant d'emblée, d'une part, les grandes entités paysagères et, d'autre part, les différents milieux humides caractérisés par leur hydrologie et leurs biocénoses.

2.1. ENTITES PAYSAGERES

Les zones humides continentales présentent, de façon générale, quatre grandes entités paysagères facilement identifiables, qui correspondent à des unités géomorphologiques particulières (ROGGERI 1995).

2.1.1. *Plaines inondables*

Une plaine d'inondation (*floodplain*) est toujours associée à un cours d'eau qui, en période de crue, déborde et inonde les terrains adjacents. Ce phénomène d'inondation peut être renforcé par l'effet de pluviomètre si la surface de la plaine est importante et sa pente faible. Pour cette catégorie, WELCOMME (1975) distingue trois grands types de plaines d'inondation: *les plaines frangeantes*, étroites, situées dans le lit majeur des cours d'eau (Mékong, Gange, Sénégal, Niger), *les deltas intérieurs* au cours d'eau principal ramifié en multiples bras s'étalant dans de vastes plaines alluviales (delta intérieur du Niger au Mali, delta du Chari-Logone à son entrée dans le lac Tchad), et *les deltas côtiers*.

2.1.2. Petites vallées

Les petites vallées (*small valleys*), unité paysagère apparemment simple et évidente, font l'objet d'une multitude de définitions et de classifications (ZEPPENFELDT & VLAAR 1990). Pratiquement, on se limitera à distinguer, avec RAUNET (1985) et ROGGERI (1995), les bas-fonds des vallées alluviales.

Les bas-fonds (*valley bottoms, inland valley swamps*) sont les fonds plats ou concaves des vallons ou axes d'écoulement déprimés et marécageux qui ne possèdent pas de cours d'eau bien marqués. Eaux de surface, écoulements souterrains et nappes phréatiques engorgent et submergent les sols, en saison des pluies, car les eaux y stagnent ou s'écoulent lentement. Bien que cette catégorie de zones humides constitue une seule entité paysagère, RAUNET (1985) distingue néanmoins, en fonction de régimes pluviométriques et hydrologiques différents, quatre types fondamentaux de bas-fonds. Ce type d'unité paysagère est très important pour les populations rurales riveraines vu ses potentialités agro-piscicoles (SYMOENS & MICHA 1995). Elle a fait l'objet, depuis longtemps en Asie et plus récemment en Afrique, d'aménagements rizicoles, rizipiscicoles, maraîchers, aquicoles, etc.

Les petites vallées alluviales (*overflow valleys*) apparaissent plus en aval, lorsque le lit mineur des cours d'eau est mieux délimité et leurs débits plus importants. Leur régime hydrologique est plus dynamique que celui des bas-fonds et présente souvent des crues soudaines et courtes qui inondent la petite plaine du lit majeur.

2.1.3. Bords des lacs

L'action des vagues et les fluctuations saisonnières du niveau des eaux influencent nettement le développement des biocénoses végétales riveraines des milieux lacustres et conditionnent l'existence et l'extension de deux types de zones:

- Les *zones de marnage* soumises aux fluctuations saisonnières et annuelles de niveau du lac qui présentent une pente faible et qui correspondent aux extensions et retraits réguliers de la superficie ennoyée. C'est l'équivalent des plaines d'inondation frangeantes le long des cours d'eau.
- Les *zones marécageuses* proprement dites qui présentent une pente nulle et constituent une ceinture plus ou moins importante et plus ou moins continue autour du lac. Ce sont, par exemple, les roselières, les papyrus enracinées ou flottantes, les forêts marécageuses, etc.

2.1.4. Dépressions

Tout grand bassin hydrographique présente, de sa source à son embouchure, une série de ruptures de pente avec des dépressions en forme de cuvettes

où cours d'eau, eaux de ruissellement et nappes phréatiques convergent. Ces dépressions, qu'elles présentent ou non un exutoire, ralentissent voire arrêtent l'écoulement des eaux et génèrent le développement de marécages et éventuellement de lacs peu profonds.

2.2. MILIEUX HUMIDES

A la différence des grandes entités paysagères, les milieux humides se caractérisent par des régimes hydrologiques et des biocénoses particulières. ROGGERI (1995) distingue trois grands types: milieux périodiquement inondés, marais et marécages, lacs et autres plans d'eau peu profonds (tableau 1).

2.2.1. Milieux périodiquement inondés et asséchés

Les milieux inondables (*flooded wetlands*) se rencontrent dans les plaines d'inondation et le long des rives basses de diverses étendues d'eau (lac, étang, marais, etc.) A l'été, la majeure partie, voire la totalité de leurs sols s'assèchent pour un certain temps (durée de la saison sèche). Généralement, on distingue deux types principaux de milieux inondables en fonction de leur biocénose végétale dominante.

La forêt inondée (*flooded forest*) est une formation ligneuse, située aux abords des cours d'eau et à la périphérie des zones marécageuses, qui se développe sur des sols totalement submergés en période de crue (durée: plusieurs mois, ex.: les bayous de Louisiane, USA; la forêt marécageuse du Tonle Sap au Cambodge).

La prairie inondée (*flooded grassland*) est une formation herbacée qui se développe sur sol totalement submergé en période de crues. Elle peut être permanente ou saisonnière, notamment en régions arides ou semi-arides (ex.: les yaérés de la plaine du Logone).

2.2.2. Milieux aquatiques permanents: marais et marécages

Les marais (*swamps*) et les marécages (*marshes*) se caractérisent selon ROGGERI (1995) par une végétation macrophytique (émergente, immergée ou à feuilles flottantes) dont le développement est assuré par la présence quasi permanente d'eau.

Les marais (*swamps*), aux sols recouverts d'une nappe d'eau quasi permanente, se situent dans les zones à eaux calmes telles que les rives basses des lacs, les dépressions, les bras morts, etc.

Les marécages (*marshes*), aux sols saturés en eau de façon permanente et occasionnellement submergés par les eaux, sont présents dans les zones soumises à d'importantes fluctuations de niveau d'eau dues aux crues ou à la remontée de la nappe phréatique.

Tableau 1

Valeur des principaux types de zones humides continentales

	Plaines d'inon- dation	Marais	Lacs peu profonds	Tour- bières	Forêts maréca- geuses
Ressources					
– Produits agricoles	■	●	●	●	○
– Poisson	■	■	■	○	●
– Fourrage	■	■	○	○	○
– Ressources forestières	●	○	○	○	■
– Faune sauvage	■	■	●	●	●
– Produits naturels	■	■	■	■	■
– Eau	●	●	■	●	●
– Sources d'énergie	●	■	●	■	●
– Transport	●	○	●	○	○
– Tourisme	●	●	●	●	●
– Recherche, éducation, surveillance	●	●	●	●	●
Attributs					
– Diversité biologique	■	■	■	■	■
– Caractère unique, rare ou naturel; patrimoine culturel	●	●	●	●	●
Fonctions					
– Rétention des substances nutritives	■	■	●	■	■
– Exportation des substances nutritives	■	■	●	○	■
– Alimentation de la nappe phréatique	■	■	■	●	●
– Site d'émergence des eaux souterraines	●	■	●	●	■
– Protection contre les crues; régulation des écoulements	■	■	■	●	■
– Accumulation de sédiments	■	■	■	■	■
– Maîtrise de l'érosion	●	■	○	○	●
– Maîtrise de la salinité	■	■	●	○	●
– Epuration de l'eau	■	■	●	■	■
– Influence sur les conditions climati- ques	●	●	●	■	●
– Rôle dans le cycle de vie de certaines espèces de faune	■	■	■	●	■
– Maintien de la stabilité de l'éco- système	■	■	■	■	■
– Préservation de l'intégrité d'autres écosystèmes	■	■	■	●	■

La valeur est ■ : importante et commune ● : présente ○ : absente ou exceptionnelle

D'après ROGGERI 1995,

2.2.3. Plans d'eau peu profonds et lacs permanents

Ces plans d'eau présentent une végétation aquatique submergée ou à feuilles flottantes et ne s'assèchent jamais, bien qu'ils subissent des variations de niveau plus ou moins importantes (ex.: Tonle Sap au Cambodge, lac Tchad et lac Naïvasha en Afrique, etc.).

Les étangs naturels et bras morts (anciens méandres) sont des étendues d'eau peu profondes plus petites que les lacs mais plus grandes et moins éphémères que les mares.

3. Répartition et valeurs

Les milieux humides sont des écotones ou zones de transition entre les milieux terrestres et aquatiques adjacents, qui sont principalement gouvernés par la fréquence, la durée et l'amplitude des variations du niveau d'eau et par la qualité chimique des eaux. Ces deux paramètres règlent l'occurrence des différents types de zones humides sur les continents (fig. 1). Ce type d'écotone représente des surfaces très importantes sur tous les continents. Ainsi, BEADLE (1974) estime que la superficie totale des zones marécageuses en Afrique pourrait être supérieure à la superficie totale des eaux libres, ce qui ouvre à la fois d'importantes perspectives de conservation et d'aménagement.

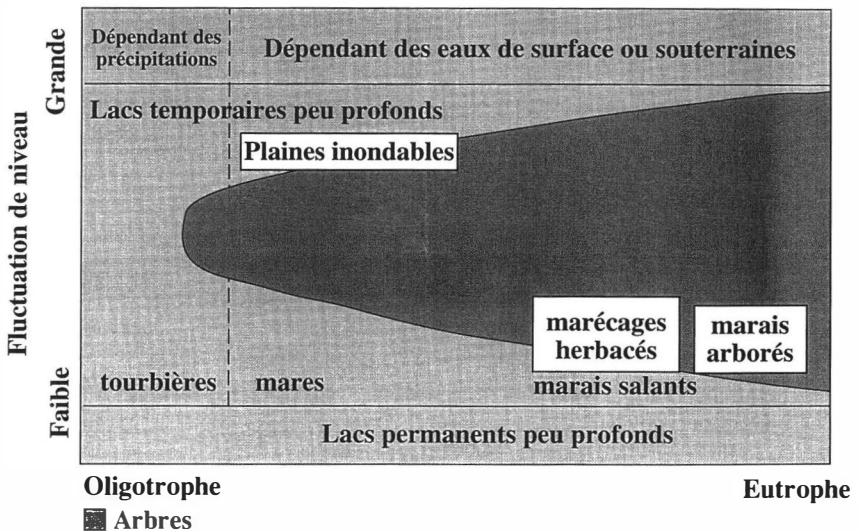


Fig. 1. — Occurrence des différents types de zones humides selon un gradient hydrologique et un gradient de concentration en nutriments (modifié d'après PATTEN *et al.* 1990).

En ce qui concerne leur régime hydrologique, il faut se rappeler que très peu de zones humides dépendent uniquement de sources d'eau locale et que la plupart dépendent des apports des rivières et fleuves, des eaux de ruissellement et/ou de la nappe phréatique. La qualité physico-chimique des eaux sera donc également influencée par les conditions (géologie, climat, etc.) dans la région d'origine.

Ceci signifie qu'un écosystème humide fonctionne en interaction avec une série d'autres écosystèmes. Il en résulte qu'un plan d'aménagement et de gestion d'une zone humide requiert une approche générale des mécanismes hydrologiques et écologiques au niveau du sous-bassin versant. Mais une zone humide se caractérise également par une biocénose (communauté d'espèces végétales et animales) particulière. Toutes ces composantes physiques (sols, eaux), chimiques (nutriments) et biologiques (biocénoses) interagissent et permettent aux zones humides de générer des produits tels que les ressources halieutiques, de présenter certains attributs tels qu'une biodiversité remarquable et d'accomplir certaines fonctions telles que la prévention des inondations. L'association de ces produits, attributs et fonctions (tableau 2) confère aux zones humides naturelles et artificielles leur importance pour la société (DUGAN 1992, ROGERI 1995).

3.1. RESSOURCES

Les zones humides sont souvent riches en espèces végétales et animales. Une exploitation qui respecte le rendement maximum soutenable du stock de chaque espèce peut conduire à des revenus importants pour les populations humaines riveraines.

3.1.1. *Ressources agricoles et fourragères*

Les zones humides qui contiennent d'importants pâturages et terrains boisés broutés par le bétail ont un grand intérêt pour les communautés rurales. Celles qui sont cultivées, dans leur état naturel (cultures de décrue), sont souvent source durable d'aliments et de revenus pour les populations rurales locales.

3.1.2. *Ressources halieutiques*

Beaucoup de zones humides constituent d'excellentes frayères pour les poissons et de bonnes zones de nourrissage pour les jeunes crustacés. Elles présentent des biotopes diversifiés, abrités et riches en substances nutritives, qui sont recherchés par les adultes d'espèces diverses.

3.1.3. *Ressources forestières*

Les produits forestiers importants qui peuvent être directement récoltés dans les zones humides sont: le bois d'œuvre, le bois de chauffage, les écorces, les résines, les médicaments.

Tableau 2
Types de milieux humides caractéristiques des différentes unités géomorphologiques

	<i>Unités géomorphologiques:</i>					
	Plaines alluviales basses	Bas-fonds	Petites vallées alluviales	Bords de lacs: zones de marnage	Bords de lacs: hauts-fonds	Dépressions systèmes fluviaux/lacustres
<i>Unités écologiques:</i>						
Milieux périodiquement inondés						
– Forêt inondée	●	○	●	●	○	○
– Prairie inondée	●	●	●	●	○	○
– Plans d'eau peu profonds et saisonniers	●	●	●	●	○	○
Marais et marécages						
– Prairie marécageuse	●	●	●	●	●	○
– Marais herbacé	●	●	○	●	●	○
– Forêt marécageuse	●	○	○	●	○	●
– Tourbière	○	●	○	●	○	●
Plans d'eau peu profonds et permanents	●	○	○	○	○	●

Dans l'unité géomorphologique considérée cette unité écologique est: ● : courante ○ : absente/rare

D'après ROGGERI 1995.

3.1.4. Ressources en espèces sauvages

Beaucoup de zones humides abritent une flore et une faune très riche et diversifiée qui produit divers biens commerciaux : viande, peaux, miel, œufs d'oiseaux et de tortues, etc.

3.1.5. Alimentation en eau

Les zones humides peuvent être utilisées comme source d'eau pour la consommation humaine, l'agriculture, l'abreuvement du bétail, les besoins industriels.

3.1.6. Ressources énergétiques

La matière végétale produite annuellement (papyrus, arbustes, arbres) et la tourbe accumulée au cours des millénaires, exploitées rationnellement, constituent une ressource énergétique très intéressante et peuvent contribuer de façon significative à la gestion intégrée des zones humides.

3.1.7. Transport

Les eaux libres des zones humides (lacs peu profonds et plaines d'inondation) constituent des voies navigables qui permettent le transport de marchandises et de personnes et constituent une alternative au transport routier, généralement plus coûteux. Dans certains cas, elles sont les seules voies possibles de déplacement.

3.1.8. Tourisme

Diverses activités récréatives et touristiques sont pratiquées dans les zones humides : pêche, chasse, observation des oiseaux et des mammifères aquatiques (loutres), photographie, randonnée, patrimoine culturel : hortillonnages d'Amiens, festival culturel des populations lacustres du village aquatique de Ganvié au Bénin, horticulture des populations Intha sur îles flottantes, constituées de jacinthes d'eau, dans le lac Inle au Myanmar.

3.1.9. Recherche, éducation, surveillance

Les zones humides naturelles sont particulièrement propices aux études fonctionnelles et évolutives (successions végétales, ...) et à l'observation pédagogique de la flore et de la faune. Recevant tous les déchets polluants de l'ensemble du bassin versant, elles fournissent de précieuses indications sur l'état de l'environnement et son évolution.

3.2. ATTRIBUTS

Les attributs spécifiques d'une zone humide ont une valeur intrinsèque d'autant plus grande que les zones humides restent intactes ou sont préservées et aménagées de façon durable, c'est-à-dire en y maintenant et en y gérant l'eau correctement.

3.2.1. *Diversité biologique*

La biodiversité des zones humides est, par effet d'écotone, intrinsèquement toujours élevée voire remarquable. Les plantes aquatiques et semi-aquatiques (graminées: riz sauvage, roseaux), les invertébrés, particulièrement les insectes, notamment les espèces aux stades larvaires aquatiques (Odonates, Ephémères, Trichoptères), sont très diversifiés. Les vertébrés présentent une diversité extraordinaire chez les poissons (Cichlidae, Siluriformes, Anabantidae). Amphibiens, reptiles (tortues, caïmans, etc.), oiseaux (limicoles) et mammifères (Ongulés, lamantins) caractérisent ce type de milieu par des espèces qui y sont adaptées et qui en dépendent.

3.2.2. *Originalité/patrimoine culturel*

Les zones humides naturelles aux vastes paysages constituent des milieux qui attirent de nombreux visiteurs intéressés par la flore et la faune particulières qui s'y développent. Les zones humides artificielles constituent également un attrait touristique important soit sur le plan du patrimoine culturel historique (hortillonnages d'Amiens, France), soit sur le plan culturel actuel (visites organisées de villages «semi-aquatiques» à Ganvié au Bénin, au sud-ouest de Guangzhou en Chine, etc.).

3.3. FONCTIONS

Pour les zones humides naturelles, treize fonctions principales sont répertoriées par ROGGERI (1995), mais elles ne se manifestent pas toutes dans chaque zone humide, ce qui fait que peu de zones présentent toutes les fonctions. Réciproquement, ces dernières ne sont pas toutes remplies de la même manière dans chaque zone humide, qu'elle soit naturelle ou artificielle (tableau 2).

3.3.1. *Rétention d'éléments nutritifs*

La végétation des zones humides accumule d'importantes quantités de substances nutritives, principalement l'azote et le phosphore, ce qui améliore la qualité de l'eau qui s'écoule vers l'aval et limite son eutrophisation. Ces zones sont généralement considérées comme les écosystèmes les plus productifs du

monde et la capture de crustacés et de poissons y est très élevée. Dans certains cas, les zones humides servent au traitement des eaux usées ménagères.

3.3.2. Exportation de la biomasse

Beaucoup de zones humides alimentent, par leurs eaux riches en éléments nutritifs, d'importantes quantités de crustacés et de poissons, ou via les pâturages (prairies inondées) des troupeaux de bétail.

3.3.3. Alimentation des eaux souterraines

Cette fonction résulte du passage de l'eau d'une zone humide vers la nappe d'eau souterraine. Elle permet le stockage des eaux de crues, limite le volume d'eau qui s'écoule vers l'aval et réduit ainsi l'impact des inondations.

3.3.4. Emergence des eaux souterraines

L'eau stockée dans les nappes souterraines peut remonter à la surface et s'écouler dans des zones humides. Si le débit est important, la température et le niveau de l'eau restent relativement constants et les biocénoses y sont relativement stables. Dans certains cas, les zones humides constituent une voie d'écoulement préférentielle des eaux souterraines, du moins à certaines époques de l'année, et, à d'autres périodes, servent de réservoir pour la réalimentation des nappes phréatiques.

3.3.5. Prévention des inondations

Le stockage d'une partie des précipitations dans les zones humides ne laisse s'écouler l'eau que de façon plus uniforme, ce qui limite l'impact destructif des têtes de crues. Toutefois, dans la partie supérieure d'un bassin hydrographique (cours d'eau de rangs 1, 2 et 3), cet impact se limitera à quelques kilomètres seulement en aval de la zone. Par contre, les grandes zones humides liées à des cours d'eau plus importants (rang 5) limitent l'importance des têtes de crue beaucoup plus loin en aval.

3.3.6. Accumulation de sédiments/produits toxiques

Les zones humides occupant des dépressions retiennent tous les sédiments qui y pénètrent, alors que la rétention peut atteindre jusqu'à 80 % pour les zones situées sur des pentes. Ces zones humides agissent, en effet, comme des bassins de décantation suite au ralentissement des eaux par les végétaux. Comme les matières en suspension adsorbent les principales substances polluantes, la rétention de ces sédiments permet le maintien de la qualité des écosystèmes en

aval. Toutefois, l'accumulation trop importante de sédiments peut modifier les fonctions biologiques d'une zone humide et modifier son rôle de stockage des eaux de crue et d'échange avec la nappe phréatique.

3.3.7. Lutte contre l'érosion

La végétation des zones humides atténue la force des vagues et des courants, facilite la sédimentation des matières en suspension et stabilise les berges des cours d'eau et des lacs. Cette action permet d'éviter ou de limiter l'érosion des terrains agricoles.

3.3.8. Epuration des eaux

La fonction épuration des zones humides est tellement bien connue que l'on crée des écosystèmes humides artificiels pour traiter les eaux usées domestiques, à un coût très économique.

3.3.9. Stabilisation de micro-climats

Les cycles de l'eau et les flux d'énergie intervenant dans les zones humides peuvent stabiliser les conditions climatiques locales, notamment les précipitations et la température, ce qui influence la stabilité des écosystèmes et leurs productions naturelles, ainsi que les productions agricoles de la région.

3.3.10. Cycle de vie des espèces

La relation entre zones humides et faune migratrice, notamment l'avifaune (300 espèces migrent entre l'Union Européenne et l'Afrique), est à l'origine des démarches de protection de ces écosystèmes.

3.3.11. Stabilité et intégrité des écosystèmes

Les relations trophiques complexes autorégulent les différentes communautés végétales et animales. Les lacs de plaine (*cf.* Tonle Sap au Cambodge) contribuent au débit d'étiage des fleuves adjacents (Mékong) et limitent ainsi l'intrusion des eaux salées dans les deltas.

3.4. VALEURS MULTIPLES

Il est évident qu'aucune zone humide ne remplit, à la fois, toutes les fonctions répertoriées ci-dessus, mais elle en présente souvent plusieurs. Par ailleurs, la plupart des projets d'aménagement se concentrent trop souvent sur un seul aspect (drainage pour l'agriculture, étangs pour l'aquaculture), alors que des projets intégrant le maintien des caractéristiques intrinsèques des zones humides

et le développement d'activités agricoles et aquicoles complémentaires sont tout à fait possibles et peuvent assurer un développement bien plus durable. Face aux besoins évidents de développement des populations riveraines de zones humides, il apparaît, aujourd'hui, que leur intégrité fonctionnelle est bien plus valable et plus durable que leur conversion au profit d'un seul usage. On constate, en effet, que ces écosystèmes naturels offrent déjà une large gamme de produits et de services lorsqu'ils sont gérés traditionnellement, ce qui n'empêche pas, en cas d'aménagement judicieux, d'intensifier leur exploitation par de bonnes pratiques agro-piscicoles (SYMOENS & MICHA 1995).

3.5. DESTRUCTIONS

Depuis des siècles, l'assèchement des zones humides est considéré dans les pays dits développés (Europe, Amérique du Nord, etc.) comme une pratique civique et progressiste (BALDOCK 1984) qui améliore la santé et le bien-être des populations humaines. Les objectifs classiques de cette pratique sont de réduire les inondations, améliorer les conditions sanitaires, assainir des terres pour les cultiver. Poussés par la volonté publique et législative, gouvernements et particuliers ont investi des milliards de dollars pour leur conversion. Ainsi, une surface de 87 millions d'ha, soit près de 54 % des zones humides originelles, a été asséchée aux Etats-Unis (DUGAN 1992). En Europe, les pertes de zones humides sont mal répertoriées mais, vu la forte densité de population et l'importante occupation des sols, il est très probable qu'elles soient encore plus importantes. Dans les pays en voie de développement, on dispose de peu de données statistiques, mais ce que l'on constate est très inquiétant. Des écosystèmes entiers sont totalement menacés de disparition. Au Nigeria, la plaine d'inondation de la Hadejia a été réduite de plus de 300 km² par la construction d'un barrage; une partie importante de la plaine inondable du Sénégal a été aménagée pour la riziculture seule avec de faibles résultats. Il en est de même au nord-Cameroun, où le projet d'irrigation Semry II sur le Logone n'a pas produit les quantités de riz escomptées. Au Rwanda, une grande partie de la vallée de la Kagera et de ses marécages est menacée par un projet de barrage. En Malaisie, la pollution par les effluents de l'industrie d'huile de palme et du caoutchouc ajoutée à la pollution organique des eaux usées ménagères, a détruit les biocénoses de la plupart des principaux cours d'eau et zones humides qui leur sont associées.

Attirées par la facilité d'accès, l'absence de relief et la productivité naturelle élevée, les populations humaines ont de tout temps occupé la plupart des vallées fluviales et des rivages lacustres. L'exploitation de ces entités paysagères, quand elle est respectueuse des caractéristiques du milieu, se traduit par des avantages sociaux et économiques durables. Toutefois, de mauvais aménagements de plus en plus nombreux et fréquents dus à l'ignorance de la valeur des zones humides les détruisent de façon irréversible. La disparition des zones

humides est le résultat d'aménagements inadéquats, de systèmes de gestion non appropriée, voire de l'ignorance de leur valeur. Les causes essentielles inventoriées par DUGAN (1992) sont: une insuffisance d'informations, l'absence d'une analyse coûts/bénéfices, des concepts de planification inadaptés, des carences politiques et des faiblesses institutionnelles.

Bien que la disparition de certaines zones humides soit inéluctable et profitable pour l'homme, il est indispensable pour l'avenir des populations riveraines de prendre conscience de la remarquable biodiversité des zones humides et d'en démontrer l'importance. Ceci implique de gérer et d'aménager ces écosystèmes particulièrement fragiles en maintenant cette biodiversité, seul gage d'un véritable développement durable.

4. Biodiversité et intérêts des poissons

L'un des attributs remarquables de toute zone humide est certes sa biodiversité qui atteint, en régions tropicales notamment africaines, une diversité spécifique extraordinaire chez les poissons (Cyprinidae, Cichlidae, Siluriformes, etc.). Malheureusement, alors que les inventaires spécifiques des poissons tropicaux d'eaux continentales sont encore loin d'être terminés (découverte et description régulière de nouvelles petites espèces: Cyprinidae: *Barbus*, *Labeo*, Cichlidae: *Haplochromis*, etc.), la mauvaise gestion de ces écosystèmes sensibles (système rénal des bassins versants) conduit à des destructions d'espèces, à des modifications drastiques de biocénoses, voire à des dysfonctionnements majeurs et irréversibles des environnements aquatiques.

4.1. INVENTAIRE DES ESPECES

Depuis le travail remarquable de POLL (1957) qui répertoriait 38 familles et 205 genres de poissons d'eau douce d'Afrique, les progrès systématiques ont permis via le Catalogue des Poissons d'eau douce d'Afrique (CLOFFA) de porter les chiffres de l'ichtyologie africaine à 74 familles comprenant 483 genres et 2 908 espèces (POLL & GOSSE 1994). En réalité, il s'agit de 31 familles exclusivement dulcicoles dont 17 familles sont strictement endémiques à l'Afrique tropicale (Protopteridae, Mormyridae, Mochokidae, etc.) et de 43 familles non exclusivement dulcicoles (Clupeidae, Centropomidae, etc.). Et pourtant, cet inventaire est encore loin d'être terminé comme le démontrent deux thèses récentes, l'une consacrée aux Cichlidae: *Haplochromis* et l'autre aux Cyprinidae: *Labeo*.

4.1.1. Cas des Cichlidae: *Haplochromis*

La famille des Cichlidae est de loin la plus diversifiée du continent africain qu'elle couvre presque complètement. Elle présente une biodiversité particulièrement

remarquable dans les grands lacs d'Afrique de l'Est, qui pourrait atteindre un millier d'espèces. Le genre incubateur buccal *Haplochromis*, à distribution principale en Afrique de l'Est où sa radiation adaptative a littéralement explosé, est certainement l'un des plus diversifiés. Vu les difficultés taxinomiques que présente ce genre, très peu de systématiciens ont osé s'y engager. Ainsi, WITTE & WITTE-MAAS (1987) signalent que cent cinquante espèces d'*Haplochromis*, pour autant qu'elles existent encore vu les dégâts causés par l'introduction de *Lates niloticus* L., attendent une description formelle. RIBBINK & ECCLES (1988) considèrent que plusieurs centaines d'espèces de Cichlidae doivent encore être décrites dans le lac Malawi. Les quantités d'*Haplochromis* spp. que l'on capture par pêches expérimentales dans une série de plus petits lacs (lac Edward, lac Albert, lac Ihema, lac Muhazi, etc., cf. MICHA & FRANK 1991) ne peuvent être identifiées au niveau spécifique vu l'absence de diagnose. Tout cela indique que beaucoup d'espèces de ce genre restent à découvrir et à décrire. Il faut à ce propos saluer le courage de SNOEKS (1994) qui, après sept années de recherches ardues, a présenté sa thèse de doctorat en décrivant les quinze espèces d'*Haplochromis* toutes endémiques du lac Kivu, dont trois nouvelles espèces pour la science (*H. microchrysomelas*, *H. insidiae* et *H. rubescens*).

4.1.2. Cas des Cyprinidae: *Labeo*

La famille des Cyprinidae, poissons primaires exclusivement inféodés aux milieux dulcicoles, se rencontre en Amérique du Nord et centrale, en Eurasie et en Afrique où elle compte 477 espèces (POLL & GOSSE 1994). Le genre *Labeo* a une distribution restreinte à l'Asie tropicale et à l'Afrique. Bien que la plupart des espèces atteignent une bonne taille, le nombre d'espèces africaines est sans cesse remis en question par divers systématiciens: REID (1985) cite 46 espèces, SKELTON *et al.* (1991) en reconnaissent 78 différentes alors que POLL & GOSSE (1995) signalent 77 espèces. Un chercheur congolais, TSHIBWABWA (1997), vient de consacrer huit années de recherches à clarifier et compléter cette liste des espèces africaines du genre *Labeo* et reconnaît 107 espèces actuelles dont 7 espèces nouvelles pour la science (*L. malebonensis*, *L. sanagaensis*, *L. rectipinnis*, etc.). Dans la région ichtyogéographique du Congo, trois zones distinctes apparaissent: le Lualaba, le Congo central et le Bas-Congo. TSHIBWABWA (1997) y reconnaît 34 espèces valides dont 29 ont des lèvres plissées et 5 présentent des lèvres papilleuses. L'endémicité y est très élevée puisque 24 des 29 espèces de *Labeo* sont typiques de ce bassin versant. Leur distribution est bien typée. Ainsi, 2 espèces (*L. polli* et *L. lualabaeensis*) se rencontrent dans le cours supérieur, 6 espèces (*L. maleboensis*, *L. luluae*, *L. quadribarbis*, *L. reidi*, *L. nigricans* et *L. cyclopinnis*) sont typiques du cours moyen et 1 espèce (*L. rectipinnis*) est endémique du cours inférieur du fleuve Congo.

On constate donc qu'un important travail de systématique reste à faire pour bien connaître la biodiversité des milieux aquatiques et il est heureux qu'un

certain nombre de jeunes Africains s'intéressent enfin à cette problématique et contribuent à mieux connaître leur patrimoine naturel, base indispensable à une gestion adéquate des ressources biologiques tropicales.

4.2. INTRODUCTIONS D'ESPECES

Alors que le continent africain présente une faune piscicole extrêmement diversifiée et particulièrement originale, dont l'inventaire est encore loin d'être terminé, il fait l'objet depuis des décennies d'introductions multiples d'espèces (WELCOMME 1988). Ainsi SATIA & BARTLEY (1997) signalent que 139 espèces appartenant à 87 genres et 46 familles ont été introduites dans 42 pays africains. La majorité de ces espèces (79 %) sont des poissons en provenance de tous les continents mais les introductions intra-africaines (cf. *Tilapia*) sont également courantes.

Si, dans certains cas, le transfert d'une espèce africaine d'un bassin versant à un autre peut être considéré comme bénéfique pour le développement de la pêche artisanale locale, il n'en est pas toujours de même. A cet égard, le cas d'un Clupeidae (*Limnothrissa miodon*) introduit volontairement dans les lacs Kariba et Kivu et celui d'un Centropomidae (*Lates niloticus*) introduit accidentellement dans le lac Victoria (LEVEQUE 1997) sont particulièrement démonstratifs.

4.2.1. Introduction de *Limnothrissa miodon* dans les lacs Kariba et Kivu

L'introduction d'une espèce pour occuper une niche écologique vacante en bas de chaîne alimentaire dans un écosystème aquatique connu peut contribuer de façon significative à l'augmentation de sa production piscicole et donc au développement de la pêche locale. C'est notamment le cas de l'introduction par A. Collart en 1958 d'une sardine endémique pélagique du lac Tanganyika (*Limnothrissa miodon*) dans le lac Kivu occupé jusqu'alors seulement par des espèces benthiques. Cette introduction réussie supporte depuis 1985 une pêche spécifique au lamparo de l'ordre de 3 000 à 5 000 t par an. L'introduction de cette même espèce zooplanctonivore en 1967 dans un nouveau lac de barrage, le lac Kariba, a permis de faire passer les captures totales annuelles de 300 t en 1970 à plus de 3 000 t en 1990 (CRUL & ROEST 1995). Dans les deux cas, aucune disparition d'espèce de poissons et aucun effet négatif majeur ne sont signalés.

4.2.2. Introduction de *Lates niloticus* dans le lac Victoria

L'introduction d'un prédateur dans un écosystème aquatique, même à haute biodiversité piscicole, peut modifier fondamentalement sa structure et son fonctionnement par la simplification des cascades trophiques. C'est le

cas spectaculaire de l'introduction accidentelle du capitaine (*Lates niloticus*) vers 1960 dans le lac Victoria qui a provoqué dans les années 1980 la disparition de nombreuses espèces de Cichlidae (*Haplochromis*) endémiques phytoplanctonivores, zooplanctonivores et détritivores. C'est ainsi que les captures annuelles totales d'*Haplochromis* qui étaient de l'ordre de 6 000 t (période de 1970 à 1980) sont tombées à une centaine de tonnes depuis 1985. Par contre, les captures de capitaines sont passées de quelques tonnes (période de 1970 à 1980) à plus de 100 000 t depuis 1990 (GOPHEN *et al.* 1995). Il en résulte une telle simplification des chaînes trophiques que ce prédateur en est réduit à consommer ses propres juvéniles qui remplissent maintenant la même fonction que les *Haplochromis* auparavant.

5. Discussion générale et conclusions

La recommandation essentielle de la Conférence des Parties contractantes à la Convention de Ramsar (RAMSAR 1988) fut que chaque pays élabore une politique nationale encourageant l'utilisation rationnelle de ses zones humides. Les principales lignes directrices pour l'élaboration d'une telle politique comprennent: l'élaboration d'un inventaire national des zones humides, l'identification des avantages et des valeurs de ces zones, la détermination des priorités socio-économiques du pays, l'évaluation des incidences des projets d'aménagement sur l'environnement, la réglementation de l'exploitation de la flore et de la faune.

L'évaluation du potentiel de gestion des systèmes de zones humides doit être menée par les responsables de la planification qui doivent identifier les activités qui peuvent être menées dans chaque zone humide, préciser leur niveau d'intensification et définir leur niveau d'exploitation. La gestion expérimentale de chaque zone aménagée et les transferts d'expériences constitueront le meilleur moyen pour déterminer les systèmes les plus productifs, les plus économiques et les plus viables.

Comme les gouvernements et les agences d'aide au développement (bilatérales et multilatérales) contrôlent le devenir de millions d'hectares dans le monde, il faut sensibiliser les décideurs politiques et administratifs à ne plus détruire (à ne plus «assainir») les zones humides mais, au contraire, à les exploiter et à les aménager correctement afin d'améliorer les conditions socio-économiques des populations rurales.

Pour atteindre ces objectifs, une étude attentive du fonctionnement du bassin ou du sous-bassin hydrographique est nécessaire pour identifier les problèmes et maîtriser les conflits d'utilisation des eaux (hydroélectricité, industrie, pâturage extensif, irrigation des cultures, pêche, pisciculture). Une bonne gestion intégrée d'un bassin hydrographique devra donc tenir compte de quelques données et principes de base tels que:

- Quantification du bilan hydrologique du bassin versant pour les eaux de surface et souterraines, complétée par des données de qualité d'eau;
- Identification des valeurs des principaux écosystèmes du bassin versant;
- Inventaire de la biodiversité végétale et animale et rôle des espèces dominantes;
- Détermination des impacts, à court et à long terme, et mesures de compensation appropriées.

Sur base de ces informations, un plan d'affectation de l'eau et des terrains associés aux zones humides sera établi pour l'ensemble du bassin ou sous-bassin versant. Il faut que ce plan tienne compte des périodes annuelles de sécheresse et de crue, qu'il couvre la qualité comme la quantité de l'eau et qu'il s'accompagne de mesures pour la protection de l'environnement.

BIBLIOGRAPHIE

- BALDOCK, D. 1984. Wetland drainage in Europe. — IIED/IEEP, London.
- BEADLE, L.C. 1974. The inland waters of tropical Africa: an introduction to tropical limnology. — Longman, London, 365 pp.
- BFPP 1997. Connaissance et gestion du patrimoine aquatique. Les introductions d'espèces dans les milieux aquatiques continentaux en métropole. Enjeux, conséquences et recommandations. — *In*: Séminaire Ministère de l'Environnement, GIP Hydro-systèmes (Paris, 13-14-15 février 1996). *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 1 (2): 344-345.
- CRUL, R.M.C. & ROEST, F.C. 1995. Current status of fisheries and fish stocks of the four largest African reservoirs: Kainji, Kariba, Nasser/Nubia and Volta. — CIFA Technical paper, 30, FAO, Rome, 134 pp.
- DUGAN, P.J. 1992. La conservation des zones humides. Problèmes actuels et mesures à prendre. — UICN, Gland, Suisse, 100 pp.
- GOPHEN, M., OCHUMBA, P.B.O. & KAUFMAN, L.S. 1995. Some aspects of perturbations in the structure and biodiversity of the ecosystem of lake Victoria (East Africa). — *Aquat. Living Resources*, 8: 27-41.
- LEVEQUE, C. 1997. Introductions de nouvelles espèces de poissons dans les eaux douces tropicales: objectifs et conséquences, 79-91. — *In*: Connaissance et gestion du patrimoine aquatique. Les introductions d'espèces dans les milieux aquatiques continentaux en métropole. Séminaire Ministère de l'Environnement, GIP Hydro-systèmes (Paris, 13-14-15 février 1996). *Bull. Fr. Pêche Piscic.*: 344-345.
- LIGHTFOOT, C. 1995. Document. Un cadre matriciel peut-il aider? — *In*: Actes du séminaire «L'aménagement des écosystèmes agropiscicoles d'eau douce en milieu tropical» (Bruxelles, 16-19 mai 1994): 633 / Proceedings of the seminar «The management of integrated freshwater agro-piscicultural ecosystems in tropical areas» (Brussels, 16-19 May 1994): 587.
- MICHA, J.-C. & CHAVEZ, M. 1997. Development of agro-piscicultural ecosystems in tropical marshlands. — *In*: MATHIAS, J.A., CHARLES, A.T. & HU BAOTONG (eds.), Integrated Fish Farming. Proceedings of a Workshop on Integrated Fish Farming (Wuxi, Jiangsu Province, People's Republic of China, October 11-15, 1994). CRC Press, Boca Raton, 420 pp.

- MICHA, J.-C. & FRANK, V. 1991. Ressources et caractéristiques piscicoles des lacs rwandais (Bassin nilotique). — *Bull. Séanc. Acad. r. Sci. Outre-Mer*, **37** (3): 379-398.
- PATTEN, B.C., JORGENSEN, S.V. & DUMONT, H. (eds.) 1990. Wetlands and shallow continental water bodies. Natural and Human relationships. — SPB Academic Publishing bv, The Hague, 759 pp.
- POLL, M. 1957. Les genres des poissons d'eau douce de l'Afrique. — Ministère des Colonies, Direction de l'Agriculture, des Forêts et de l'Elevage, Bruxelles, 191 pp.
- POLL, M. & GOSSE, J.-P. 1994. Genre des poissons d'eau douce de l'Afrique. — Classe des Sciences, Académie Royale de Belgique, Bruxelles, 324 pp.
- RAUNET, M. 1985. Bas-Fonds et riziculture en Afrique. Approche structurale comparative. — *Agronomie Tropicale*, **40** (3): 181-200.
- REID, G.M. 1985. A revision of African species of *Labeo* (Pisces, Cyprinidae) and a redefinition of the genus. — In: CRAMER, J. (ed.), *Theses Zoological*, 6, Braunschweig, Germany, 322 pp.
- RIBBINK, A.J. & ECCLES, D.H. 1988. Fish communities in the East African Great Lakes. — In: LEVEQUE, C., BRUTON, M.N. & SSENTONGO, G.W. (eds.), *Biology and Ecology of African Freshwater fishes*, ORSTOM, Paris, pp. 277-301.
- ROGERI, H. 1995. Zones humides tropicales d'eau douce. Guide des connaissances actuelles et de la gestion durable. — Kluwer Academic publishers, London, 385 pp.
- SATIA, B.P. & BARTLEY, D.M. 1997. Introductions of aquatic organisms in Africa. — *FAO Aquaculture Newsletter*, FAN 17, pp. 14-18.
- SKELTON, P.H., TWEDDLE, D. & JACKSON, P.B.N. 1991. Cyprinids of Africa. — In: WINFIELD, I.J. & NELSON, J.N. (eds.), *Cyprinids Fishes. Systematics, Biology and Exploitation*. Chapman and Hall, Fish and Fisheries, Series 3, London, pp. 211-239.
- SNOEKS, J. 1994. The Haplochromines (Teleostei, Cichlidae) of lake Kivu (East Africa): A taxonomic revision with notes on their ecology. — Musée Royal de l'Afrique Centrale, Tervuren. *Annales Sciences Zoologiques*, **270**: 221 pp.
- SYMOENS, J.-J. 1994. La diversité des zones tropicales humides. Richesse, menaces, conservation. — *Rev. Belge Géogr.*, **119** (1, 2): 15-22.
- SYMOENS, J.-J. 1997. Les zones humides: pourquoi les conserver? — Actes du Colloque sur les zones humides (Bruxelles, 11 janvier 1997). Ardenne et Gaume Naturaliste belges — Amicale européenne de Floristique, Bruxelles, pp. 5-18.
- SYMOENS, J.-J. & MICHA, J.-C. (éds.) 1995. — Actes du séminaire L'aménagement des écosystèmes agro-piscicoles d'eau douce en milieu tropical (Bruxelles, 16-19 mai 1994), 633 pp.
- TSHIBWABWA, M. 1997. Systématique des espèces africaines du genre *Labeo* (Teleostei, Cyprinidae) dans les régions ichtyogéographiques de Basse-Guinée et du Congo. — Presses Universitaires de Namur, Namur, 535 pp.
- WELCOMME, R. 1975. The Fisheries Ecology of African Floodplains. — CIFA Technical paper no. 3, FAO, Rome, 51 pp.
- WELCOMME, R. 1988. International introductions of inland aquatic species. — FAO Fisheries, Technical Paper n° 294. FAO, Rome, 318 pp.
- WITTE, F. & WITTE-MAAS, E.L.M. 1987. Implications for taxonomy and functional morphology of intraspecific variation in haplochromine cichlids of lake Victoria. With descriptions of five zooplanktivorous species. — In: WITTE, F., From form to fishery. An ecological and taxonomical contribution to morphology and fishery of lake Victoria cichlids, Rijksuniversiteit Leiden, The Netherlands (unpubl. Ph. D. Thesis), 102 pp.
- ZEPPENFELDT, T. & VLAAR, J.C.J. 1990. Mise en valeur des bas-fonds en Afrique de l'Ouest: synthèse préliminaire de l'état des connaissances. — CIEH/UAW, Ouagadougou.

Water: wereldwijd en waardevol

L'eau: une valeur mondiale

Water: Worldwide and Worthwhile

Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen

Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer

United Nations Brussels

pp. 91-108 (1998)

Les crues exceptionnelles: un risque naturel ou un désastre causé par l'Homme

par

Jean Jacques PETERS *

MOTS-CLES. — Crues; Inondations; Risques naturels; Rivières; Aménagement par ouvrages.

RESUME. — Depuis les inondations catastrophiques survenues au cours de la dernière décennie, le monde politique et scientifique se préoccupe de plus en plus du problème des crues, comme par exemple celles survenues au Bangladesh en 1987-1988, aux U.S.A. en 1993, dans différents pays d'Europe en 1993-1994 et d'Europe centrale en 1997. Les crues sont des phénomènes naturels liés à la variabilité du temps et du climat; elles ont toujours existé et elles ont remodelé notre monde, avec des effets tant bénéfiques que néfastes. Dans beaucoup de lieux, la population a adopté des stratégies de survie pour s'accommoder des crues normales. Cependant, les crues exceptionnelles se transforment d'habitude en désastres naturels dans les plaines d'inondation. La fertilité des sols dans les plaines alluviales a causé le peuplement de celles-ci et les travaux d'aménagement ont été la réponse à la menace des crues. «Dompter» les rivières est devenu la règle: rétention des eaux de crue dans des réservoirs pour réduire les pics des crues, levées pour retenir les flots de crue hors des plaines inondables. Cette approche d'ingénieur fut appliquée depuis des siècles, mais récemment à une échelle plus large. Il semblerait que les crues seraient devenues plus importantes et l'impact humain sur l'environnement en est rendu responsable: changement global, effet de serre, travaux d'ingénieur et aménagement des terres dans les bassins, dans les lits des rivières et dans les zones inondables. Cette politique est actuellement remise en question par des groupes de pression, donnant lieu à des débats surchauffés entre les partisans d'un «domptage» des fleuves et les opposants qui demandent moins

* Membre de l'Académie; Consultant, rue P. de Champagne 44, B-1000 Bruxelles (Belgique).

d'interventions dans le milieu naturel. Il est évident que trop d'attention a été vouée par le passé à la protection contre, et pas assez à la gestion des inondations. Les effets bénéfiques des crues normales n'ont pas été reconnus de façon adéquate, tels la recharge des nappes aquifères et le transit ou le stockage des sédiments. Il sera montré que la perception des crues et inondations dépend fortement de l'environnement local et des conditions de vie des populations. Il est nécessaire d'adopter une nouvelle approche de gestion des crues.

TREFWOORDEN. — Wassen; Overstromingen; Natuurlijke risico's; Rivieren; Kunstwerken.

SAMENVATTING. — *Buitengewone overstromingen: natuurlijke risico's of door de mens uitgelokte rampen.* — Sinds de noodlottige overstromingen van het laatste decennium, zoals in Bangladesh (1987-1988), in de V.S. (1993), Europa (1993-1994) en Centraal-Europa (1997), hebben de politieke en wetenschappelijke middens zich meer en meer bekommerd om het probleem van de wassen. Wassen zijn natuurverschijnselen gekoppeld aan de variabiliteit van klimaat en weersgesteldheid; ze hebben altijd bestaan en ze modelleren onze omgeving, zowel in gunstige als in ongunstige zin. Op vele plaatsen hebben de inwoners overlevingsstrategieën ontwikkeld ten overstaan van normale wassen. Doch de uitzonderlijke wassen leidden meestal tot natuurrampen in de overstromingsvlakten. De vruchtbaarheid van de alluviale gronden bracht de mensen ertoe zich in deze gebieden te vestigen en de uitvoering van aanpassingswerken was het antwoord op de dreigingen van de wassen. Het „temmen” van de stromen werd de regel: stuwmuren om het vloedwater op te houden, dijken om overstroming van de vruchtbare lage vlakte te verhinderen. Deze ingenieursstrategie werd gedurende eeuwen toegepast, maar in het recente verleden op veel grotere schaal. Kennelijk worden de wassen rampzaliger en wordt de menselijke tussenkomst op het milieu hiervoor verantwoordelijk gesteld: de globale klimaatwijziging (*global change*), het broeikas-effect, de kunstwerken en de landontwikkeling in de stroombekkens, in de rivierbeddingen en in de overstromingsvlakten. Deze politiek wordt heden in vraag gesteld door drukingsgroepen, wat tot verhitte debatten leidt tussen de verdedigers van een beheersingspolitiek en de voorstanders van minder tussenkomst in het natuurlijk milieu. Het is duidelijk dat in het verleden te veel aandacht werd besteed aan de bescherming tegen en niet genoeg aan het beheer van de wassen. De positieve gevolgen van normale wassen werden niet op een behoorlijke wijze erkend: de natuurlijke bevoorrading van de grondwaterlagen, de doorvoer of de opslag van sediment. De perceptie van wassen en overstromingen hangt sterk af van de plaatselijke omgevingsfactoren en de leefomstandigheden. Een nieuwe benadering voor het beheer van de wassen dringt zich op.

KEYWORDS. — Floods; Inundations; Natural Hazards; Rivers; Training Structures.

SUMMARY. — *Exceptional River Floods: Natural Hazards or Man-made Disasters.* — Since the catastrophic inundations that occurred during the last

decade in Bangladesh (1987-1988), in the U.S.A. (1993), in Europe (1993-1994), in Central Europe (1997), floods have become of great concern to the political and scientific world. Floods are natural phenomena related to the variability of climate and weather; they have always occurred and they are reshaping our world, with both beneficial and adverse impacts. In many places, people have adopted survival strategies to cope with normal floods. However, exceptional floods usually turn into disasters. Fertility of alluvial soils made populations settle in flood-prone areas and engineering was the response to the threat of floods. “Taming” the rivers has become the rule: floodwaters retention reservoirs to reduce the flood peaks, levees to retain the floodwaters from inundating the flood plain. This “engineering” strategy has been applied for centuries, but in recent times at a much larger scale. It seems that floods are getting worse and human impact is blamed: global change, greenhouse effect, engineering and land development in the stream basins, river beds and flood plains. This policy is now challenged by pressure groups, giving way to heated debates between those advocating a “taming” policy and those requesting less intervention in the environment. It is obvious that in the past too much attention was paid to protection and not enough to flood management. The beneficial effects of normal floods have not been adequately recognized, e. g. for natural recharge of aquifers, for transit or storage of sediment. It will be shown that the perception of floods and inundations strongly depends on local environment and living conditions. A new flood management approach is needed.

Introduction

Tout le monde se souvient des images de détresse relayées l’été passé par les médias depuis les régions sinistrées de Pologne et d’Allemagne, lors des inondations catastrophiques de l’Oder. Cette année, ce furent déjà les inondations en Amérique du Sud et en Inde, ce mois-ci en Afghanistan et au Pakistan, où la rivière Kechh atteignit des niveaux jamais connus depuis 200 ans, causant plus de 500 morts en quelques heures.

De tout temps, les crues et inondations catastrophiques ont frappé l’imagination de l’homme. L’histoire de Noé, ce héros biblique, trouve son origine dans le mythe mésopotamien du déluge. La Mésopotamie, région habitée par l’homme depuis le neuvième millénaire avant J.-C., fut un des plus brillants foyers de notre civilisation. Comme le dit son nom dérivé du grec «entre-deux-fleuves», elle se situe entre le Tigre et l’Euphrate, connus dans l’Antiquité pour leurs crues et inondations catastrophiques et pour leurs cours divagants.

Au cours de la dernière décennie, les inondations extraordinaires survenues un peu partout dans le monde ont été fort médiatisées. Ce fut le cas pour une grande partie de l’Europe, avec en 1993/1994 les crues du Rhin et de la Meuse plus près de nous. La même année 1993, le Mississippi avait connu une crue dévastatrice, qui déclencha un débat sur le bien-fondé des travaux d’aménagement

des cours d'eau. Les crues et inondations de 1987 et 1988 dans le delta formé par les fleuves Gange, Brahmapoutre et Meghna, initièrent au Bangladesh un plan d'action inspiré de ces mêmes principes de protection contre les inondations récemment tant décriés aux U.S.A.!

Comme toujours après que surviennent des catastrophes naturelles, les autorités, le monde politique et les scientifiques se penchent sur la question. La population demande que des mesures soient prises. Des groupes de travail sont créés et des programmes de recherche sont lancés, probablement le temps que l'oubli s'installe. Aux Etats-Unis d'Amérique la crue de 1973 dans le bassin du Mississippi avait donné un coup de fouet à la recherche en hydraulique fluviale, mais les budgets de recherche dans ce domaine ont ensuite été ramenés à un niveau ridiculement bas. Aussi, en 1993, le réveil fut brutal!

Un peu partout apparaît cette même question: les crues exceptionnelles et les inondations qui y sont associées sont-elles un risque naturel inévitable qu'il faut bien accepter ou les crues vont-elles en s'aggravant sous l'effet d'un changement de climat et quel est l'effet de l'action humaine sur celui-ci et sur l'environnement?

Discussion de cas d'inondations dans des fleuves et rivières

Nous allons tenter d'illustrer cette question des crues et inondations par quelques exemples.

LE CAS DU MISSISSIPPI, U.S.A.

Un exemple bien documenté est celui du Mississippi et de ses affluents. Après une série d'inondations catastrophiques, mais aussi pour favoriser une navigation fluviale dont l'économie du jeune pays avait grand besoin, les Américains ont entrepris des travaux d'envergure selon un plan bien coordonné. Dans les bassins supérieurs, des barrages emmagasinent les eaux pluviales, principalement en hiver. Relâchées en période sèche, ces eaux soutiennent les étiages et aident à maintenir des profondeurs nécessaires pour la navigation. Le cours des rivières et fleuves fut régularisé, c'est-à-dire que le tracé en plan en fut rendu plus simple et plus rectiligne, notamment par d'importantes coupures de méandres, favorisant ainsi la navigation et l'évacuation des eaux de crue. La rétention derrière les barrages d'une partie du sédiment érodé dans les bassins versants a contribué à la stabilisation du lit fluvial. Un dragage continu dans les mauvaises passes garantit une profondeur suffisante pour le transport.

Tous ces travaux et toutes ces mesures eurent pour effet immédiat une réduction des débits de pointe en crue, donc aussi des niveaux d'eau correspondants. On s'aperçut rapidement que le fleuve réagissait. Le corps des ingénieurs de l'armée américaine créa dans les années soixante une section de potamologie à

Vicksburg, Mississippi, dont le but était d'étudier les incidents survenus suite à ces grands travaux achevés quelque trente ans plus tôt. La crue survenue en 1973 surprit tout le monde et provoqua des dégâts considérables. Elle relança le débat du possible impact des travaux sur le régime fluvial. Mais la crue catastrophique de 1993 choqua toute l'Amérique. Elle fit remettre en question l'approche choisie en début de siècle (Horizon, BBC World, 17 avril 1994).

LE CAS DU HAUT-RHIN, ALLEMAGNE

Au cours des mois de décembre 1993 et janvier 1994, les précipitations dans une zone s'étendant du sud-ouest de l'Irlande jusqu'en Pologne ont été extrêmement abondantes et dépassèrent le double de la moyenne pour ce mois. Les estimations des dégâts provoqués par les crues atteignirent deux milliards de dollars américains.

En Allemagne, des travaux importants furent entrepris dans le bassin du Rhin, surtout depuis le début du 19^e siècle dans le cours du Haut-Rhin entre Bâle et Bingen. Au début, pour favoriser l'écoulement des crues, le lit du fleuve fut rectifié afin de réduire la complexité de son système de chenaux. Un meilleur écoulement des eaux produisit un abaissement de la ligne d'eau et, par voie de conséquence, des nappes phréatiques. D'autres interventions successives, notamment la construction de canaux latéraux et de digues, la suppression de polders, et bien d'autres dont je passe les détails, modifièrent le régime hydraulique et sédimentologique de ce grand fleuve européen. Il s'ensuivit une aggravation de la situation des crues, étudiée entre 1968 et 1978 par la Commission Internationale pour l'Etude des Crues sur le Rhin. Cette Commission se pencha sur les possibilités d'inverser cette tendance dont étaient rendus responsables les endiguements entre Bâle et Karlsruhe.

La dernière crue de 1993/1994 relança le débat et la recherche des causes (figs 1, 2, 3, 4). Les médias déclarèrent que la crue avait été créée par l'homme — l'expression *man-made flood* utilisée aux U.S.A. en 1993 au sujet des crues sur le Mississippi. On parlait de « rendre aux cours d'eau leur forme naturelle » (*renaturation or re-naturalisation of watercourses*), de « paysage perméable » (*pervious landscape*), de « zones de rétention » (*retention spaces*) dans les bassins et le long des rivières. Comme partout où surviennent de telles crues, les autorités et les populations se demandent : Quelles mesures de protection auraient pu ou dû être prises ? Que faire en prévision d'événements futurs ?

Les experts sont généralement d'accord sur l'utilisation de régions basses comme zones pour emmagasiner les eaux de crue — les polders réactivés —, mais des arguments écologiques viennent aujourd'hui compliquer le débat du fait de la contamination des eaux et des sédiments. Le Groupe International sur les Crues (*Flood Study Group*) étudia le tronçon du Rhin entre Worms et Kaub. Actuellement, 160 des 240 millions de mètres cube de capacité de rétention sont disponibles et furent utilisés lors de crues en 1988 et 1990, avec



Fig. 1. — Bateaux échoués à Dezem, Moselle, après la crue de 1993 (photo BfG, Institut Fédéral d'Hydrologie, Koblenz).



Fig. 2. — Ancienne ville de Koblenz-Nueundorf pendant la crue du Rhin en 1993 (photo BfG, Institut Fédéral d'Hydrologie, Koblenz).



Fig. 3. — *German Corner*, à la confluence de la Moselle et du Rhin, en temps normal (photo BfG, Institut Fédéral d'Hydrologie, Koblenz).



Fig. 4. — *German Corner*, à la confluence de la Moselle et du Rhin, pendant la crue du Rhin en 1993 (photo BfG, Institut Fédéral d'Hydrologie, Koblenz).

comme conséquence des réductions de niveaux de crue de l'ordre de 10 à 23 cm selon les endroits dans le cours du Haut-Rhin. Pour avoir un effet significatif sur le Moyen-Rhin et le Bas-Rhin, la date d'arrivée de la pointe de crue doit être prévue quatre jours à l'avance. Le développement de la crue sur le Haut-Rhin doit l'être cinq jours à l'avance. Des études sont en cours en Allemagne pour évaluer les possibilités d'une re-naturalisation des cours d'eau et l'opinion prévaut que ceci pourrait avoir un impact considérable, bien plus que de rendre perméable une partie des superficies devenues ou rendues imperméables.

Dans son rapport sur les crues de 1993/94, l'Institut Fédéral Allemand d'Hydrologie résume la situation de la façon suivante (ENGEL *et al.* 1994). Des solutions unilatérales évidentes ne peuvent tenir tête à des phénomènes aussi complexes que les événements de crue. Ce qui était bénéfique ou approprié dans un cas peut s'avérer être un investissement raté dans d'autres conditions. Seul un concept d'ensemble, qui combine et coordonne toutes les activités, peut améliorer les efforts pour atténuer les crues.

Il est cependant intéressant de constater que la cause première des crues et inondations des bassins du Mississippi en 1993 et du Rhin en 1993/1994 sont d'ordre climatologique, donnant à ces crues un caractère de catastrophe naturelle. Cela n'empêche qu'un certain nombre de facteurs liés à l'activité humaine ont aggravé des inondations.

LE CAS DE LA LOIRE, FRANCE

La Loire est un autre cas intéressant. En effet, ce grand fleuve alluvial est un des seuls en Europe à être resté dans un état assez naturel. Au sortir du Massif central, il coule dans une large vallée formée par ses propres alluvions, son cours encombré de bancs de sable et de graviers. Parmi les ouvrages d'aménagement, citons les levées érigées depuis le Moyen Age (DION 1934) et quelques ouvrages locaux de navigation — appelés «chevrettes» et «duits» — construits au siècle passé (BABONAUX 1970) et dont on se demande aujourd'hui s'il faut les garder ou les enlever (fig. 5).

Les mesures anciennes montrent, à débit égal, un relèvement progressif des niveaux de crue. Ceci serait avant tout la conséquence de la construction des levées, au fur et à mesure que des parties de la plaine d'inondation étaient isolées du lit fluvial. On constate, par contre, un abaissement de la ligne d'eau à l'étiage; on se demande pourquoi.

LE CAS DU DELTA DU GANGE-BRAHMAPOUTRE-MEGHNA, BANGLADESH

Les inondations au Bangladesh sont bien connues, particulièrement celles de 1987 et 1988. En 1988, lors des crues du Gange et Brahmapoutre, 60 % du territoire du Bangladesh était resté sous eau pendant des semaines, désastre qui fut

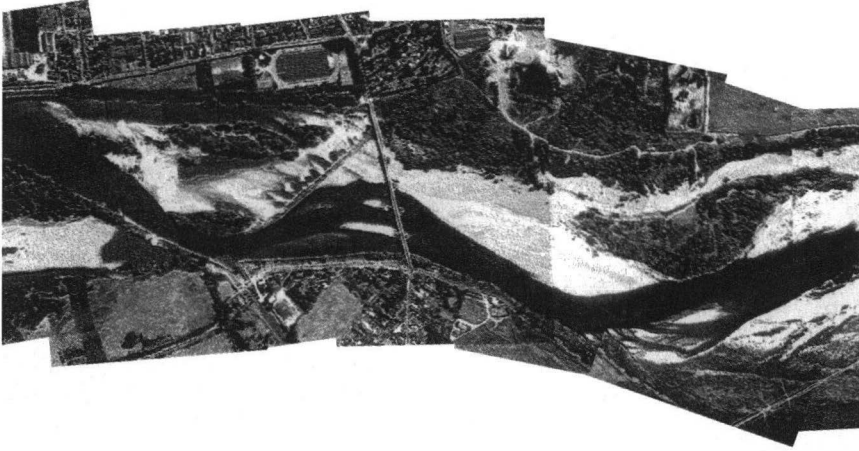


Fig. 5. — Vue aérienne des ouvrages à chevrettes et à duits sur la Loire, eaux basses et crue (Plan Loire 2000, France).

à la base d'un des plus importants programmes de lutte contre les inondations, le *Flood Action Plan*. Bien qu'au départ l'idée était de mettre en place un programme de construction de digues, l'opposition au plan, relayée au Parlement européen, a infléchi et ralenti le programme initial.

Alors que les autorités et les bureaux d'étude clament la nécessité de protéger les populations contre les inondations dévastatrices, des études sociologiques menées sur les îles du fleuve Jamuna/Brahmapoutre (fig. 6) ont révélé que ces mêmes populations ont développé au cours du temps des stratégies de survie efficaces. Ce n'est qu'au cours de crues exceptionnelles, comme celles de 1987 et 1988, que ces stratégies de survie peuvent devenir inopérantes. Une conclusion intéressante est que l'érosion des berges par la divagation des chenaux des cours d'eau est ressentie par les habitants comme une menace bien plus grande que l'inondation.

Les crues, un phénomène hydrologique ou hydraulique?

Il est bon d'approfondir ces phénomènes de crue et d'inondation, de définir de quoi on parle. Dans les dictionnaires, la crue est définie soit comme le «gonflement des eaux», soit comme «l'élévation du niveau des eaux dans un cours d'eau, due à la fonte des neiges ou à des pluies abondantes». L'inondation y est définie comme la «submersion des terrains avoisinant le lit d'un cours d'eau, due à une crue». Le phénomène d'inondation est bien plus complexe et la définition devrait également couvrir les inondations créées par les



Fig. 6. — Vue du fleuve Jamuna-Brahmapoutre pendant la crue en août 1995.

marées tempête, par les élévations des niveaux des lacs et par le manque de capacité de drainage des eaux de pluie dans des zones à faible relief. Certaines inondations sont même en relation avec de brusques déplacements du cours du lit dans certaines rivières, mouvements connus sous le nom d'«avulsion» (PETERS 1994).

Le phénomène de crue, comme celui de l'inondation, nécessite une approche pluridisciplinaire. L'hydrologie traite du cycle de l'eau dans sa globalité: la pluie, le ruissellement, l'infiltration, l'évapotranspiration, la propagation des ondes de crue. L'hydraulique étudie dans le détail le mouvement de l'eau dans le lit du fleuve, dans toute sa section transversale, y compris dans la plaine d'inondation. La potamologie — souvent appelée à tort l'hydrologie des rivières par opposition à la limnologie ou hydrologie lacustre — est la science qui intègre toutes les disciplines intervenant dans le comportement des rivières.

Le potamologue — ou spécialiste des rivières — est confronté aujourd'hui à de véritables défis. L'un de ceux-ci est le développement de nouvelles stratégies d'aménagement et de gestion des cours d'eau compatibles avec une utilisation rationnelle des ressources hydriques, dans un environnement soumis à des pressions ou à des tensions croissantes, aussi bien naturelles qu'induites par l'activité humaine.

Un travail considérable a été fait pour mieux connaître le cycle de l'eau et l'hydrologue dispose aujourd'hui d'outils pour estimer avec une assez bonne précision les volumes d'eau qui transitent par les fleuves et rivières pour une

pluie donnée. L'hydrologue sait l'impact de l'homme sur les différentes composantes du cycle hydrologique, tels le ruissellement ou l'infiltration. Des mesures peuvent être prises pour réduire la quantité d'eau drainée vers les fleuves et la vitesse avec laquelle elle y arrive.

Cependant, une question revient continuellement, toujours sans réponse définitive: dans un fleuve en crue, un même volume d'eau écoulé par unité de temps — c'est-à-dire un même débit — donne-t-il aujourd'hui un niveau d'eau plus élevé qu'auparavant? Des questions complémentaires seraient: à débit de crue égal, quelle serait la part d'une éventuelle augmentation du niveau d'eau due à une évolution naturelle, laquelle serait due à l'action de l'homme? Les risques d'inondation catastrophiques vont-ils croissant? Quelles mesures permettraient d'y remédier, soit pour réduire les niveaux de crue à débit égal, soit pour réduire les débits de crue à pluie égale?

Nous entrons ici dans le domaine de l'hydraulique fluviale et nous verrons plus loin qu'il faut étendre le débat, passer dans le domaine de la potamologie. Les inondations peuvent être de nature très différente. La recherche de solutions spécifiques aux problèmes des crues et inondations devrait profiter du développement d'une nouvelle approche basée sur des types de sous-bassins ou de types de morphologie des cours d'eau.

Crues, pluies et climat

Bien sûr, il y a la question d'un possible changement du régime des pluies. Le sujet du changement de climat est fort médiatisé. Des budgets considérables sont alloués à la recherche sur l'effet de serre, mécanisme dans lequel l'effet anthropique semble être prouvé. Mais on a tendance à oublier l'effet au cours des temps du changement naturel du climat sur le régime des fleuves.

Ce climat terrestre est tout sauf stable, comme le montrent les résultats des recherches, notamment sur les glaces polaires. L'époque de l'Holocène — en géologie l'ultime partie du Quaternaire — se caractérise depuis près de 10 000 ans par un climat plus stable si on la compare aux 400 000 années précédentes. On sait que les changements climatiques ont rendu possible des grandes migrations, telle celle des Paléo-sibériens qui passèrent le détroit de Béring, alors à sec, lors de la dernière grande glaciation du Wisconsin, qui s'étendit approximativement de 80 000 à 8 000 ans avant J.-C. Ces premiers Indiens étaient les véritables découvreurs du Nouveau Monde (WALDMAN 1985).

Quelque 18 000 ans d'ici, les niveaux des mers étaient fort bas du fait de l'extension des calottes de glace polaires. La Mer du Nord et la Méditerranée n'existaient pas. Des fleuves comme le Rhin, la Meuse et l'Escaut ne débouchaient pas dans le delta que nous connaissons aujourd'hui, mais dans l'océan Atlantique, quelque part entre la Bretagne et la Grande-Bretagne, et cette

dernière n'était pas une île. Le Nil se jetait dans un lac situé au sud de l'Italie. Le Gange, le Brahmapoutre et le Meghna ne convergeaient pas vers l'actuel delta commun, mais avaient des embouchures distinctes en bordure d'une mer très profonde dans la Baie de Bengale (UMITSU 1993).

Peu d'éléments nous permettent d'imaginer le régime des pluies au cours des derniers millénaires et la façon dont il a évolué au cours de l'Holocène. Des études sur les sédiments du lac Titicaca, cet immense plan d'eau situé dans les Andes à environ 3 808 mètres d'altitude, ont permis de démontrer des fluctuations de niveau correspondant à des changements significatifs du régime des pluies et du climat. Dans ce bassin fermé, sans exutoire, toute l'eau pluviale est évaporée. Environ 95 % des volumes des précipitations sur le lac et ses affluents sont évaporés, 5 % s'écoulant par une rivière vers des lacs salés inférieurs (MOURGUJART *et al.* 1992). Le bilan des masses d'eau de pluie échangées avec l'extérieur du bassin peuvent générer des tendances de montée ou de baisse des eaux sur de longues périodes. Au cours des derniers 8 000 ans, le lac a connu une montée significative d'environ 20 m que l'on peut mettre en rapport avec la montée du niveau des océans (fig. 7). Tout comme pour ces derniers, le niveau du lac s'est stabilisé, avec cependant des fluctuations annuelles et inter-annuelles. Les inondations catastrophiques survenues en 1986 dans les deltas en bordure du lac seraient exceptionnelles, peut-être uniques, et pourraient s'expliquer par un accident climatique dans la région (lié à El Niño?). Elles ne se répèteront peut-être jamais.

D'autres études ont permis de déceler des variations climatiques brusques dans la période antérieure à l'Holocène. Il est probable que le régime des pluies était plus variable qu'au cours des derniers millénaires. L'étude géomorphologique des cours d'eau alluvionnaires démontre qu'ils ont été plus dynamiques, plus divagants, ce qui ne peut s'expliquer que par des débits plus variables, sinon plus élevés.

La géomorphologie, la tectonique, les changements de climat et l'action anthropique

Les changements de climat et la tectonique sont, entre autres, responsables de modifications importantes de la géomorphologie terrestre, donc aussi dans les bassins fluviaux et leurs cours d'eau. C'est ainsi que certaines régions, comme les grandes îles de l'océan Pacifique ou les bassins drainant les grands massifs montagneux de l'Himalaya et des Andes, ont été soumises à des changements rapides.

Les changements du régime sédimentaire des fleuves sont liés à de nombreux facteurs, notamment climatiques et anthropiques; ils ont changé l'aspect de bien des fleuves. A l'échelle des temps géologiques, les cours d'eau connaissent parfois des modifications dramatiques, cependant peu visibles à l'échelle

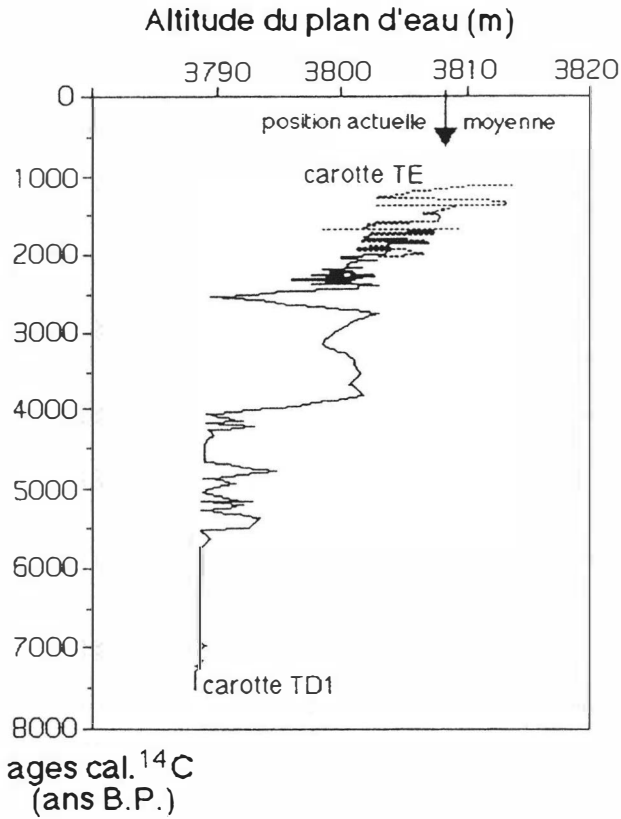


Fig. 7. — Chronologie des niveaux d'eau du lac Huichaimarca (lac Titicaca) entre 7 700 et 1 000 B.P.; la flèche indique le plan d'eau actuel.

de vie humaine. Les bassins supérieurs s'érodent et les rivières s'incisent dans le paysage, tandis que les cours moyens et inférieurs des rivières se relèvent, se rehaussent par sédimentation.

Les rivières ne sont jamais en équilibre, mais fluctuent par rapport à un état de quasi-équilibre. Elles sont soumises à des évolutions géomorphologiques à long terme suite à ces phénomènes d'érosion et de sédimentation, aussi à la tectonique.

Le processus d'érosion des terres est lié à la géologie. Prenons l'exemple du Fleuve Jaune dont le bassin supérieur se trouve dans une région composée de loess. Ce limon d'origine éolienne déposé lors de phases climatiques froides est facilement érodé, ce qui donne lieu à des débits solides exceptionnellement élevés et provoque un rehaussement du cours inférieur du fleuve. Les Chinois ont

rehaussé leurs digues jusqu'à avoir le cours d'eau coulant à certains endroits à sept mètres au-dessus du lit antérieur.

L'homme tente d'exploiter au mieux les ressources terrestres et hydriques, mais il tente aussi de se protéger contre les catastrophes naturelles que sont les crues. Il construit des barrages, des ouvrages de déviation et de rétention d'eau, des levées; il canalise les cours d'eau, crée des coupures de méandres. Il perturbe ainsi les processus géomorphologiques.

Aux U.S.A., l'impact sur ces processus géomorphologiques fut remarquable et soudain. La « mise en valeur » rapide de vastes étendues pour l'agriculture, suivie de travaux fluviaux d'envergure, a provoqué des désordres morphologiques importants. Des mesures « correctives » ont suivi, soit pour diminuer les érosions des terres, soit pour limiter les quantités de sédiment drainées vers le système fluvial, en le piégeant derrière des ouvrages de rétention.

Les rivières réagissent aux changements induits par la nature et par l'homme, parfois lentement, parfois vite. Il s'ensuit une modification de la capacité d'évacuation des débits de crue.

Les changements dus au climat se passent à des échelles de temps de centaines ou de milliers d'années et sont difficiles à déceler à l'échelle de temps d'une vie humaine. Par contre, l'impact de l'activité humaine sur la morphologie des fleuves, et donc sur leur capacité d'évacuer les débits, se produit à des échelles de temps bien plus courtes.

La géomorphologie détermine le comportement des rivières en crue. Aussi, les moyens de combattre ces crues et leurs inondations devraient être adaptés aux conditions géomorphologiques de chaque tronçon. La Meuse, par exemple, se comporte différemment en amont de Namur qu'en aval de Liège. En amont de Namur, le lit de la Haute-Meuse (fig. 8) est confiné dans une vallée étroite, avec peu de liberté de mouvement, plus qu'en Basse-Meuse ou dans l'Ourthe (fig. 9). Mais la Meuse dans son ensemble se trouve dans un bassin où les changements géomorphologiques sont incomparablement moindres que dans le delta du Gange, par exemple.

Dans le Nil, des études récentes ont révélé des changements significatifs dans sa morphologie en aval du barrage d'Assouan: forme en plan plus simple, cours plus stable. L'impact à long terme d'une réduction de la charge solide en aval du barrage et une régularisation du régime des crues en sont les causes principales.

Les cours d'eau au pied des Andes connaissent des changements morphologiques rapides. En Bolivie, la rivière Piraí — affluent d'un des tributaires principaux de l'Amazonie — a connu des mouvements brutaux dans une partie de son cours, donnant lieu à des inondations catastrophiques. Ces changements sont liés à des érosions rapides dans son bassin supérieur. Une nouvelle approche a été adoptée, remplaçant la stabilisation — le « domptage » — de la rivière par une gestion de crue dans le cours d'eau avec la création de zones d'inondation contrôlée avec stockage des eaux et des sédiments.

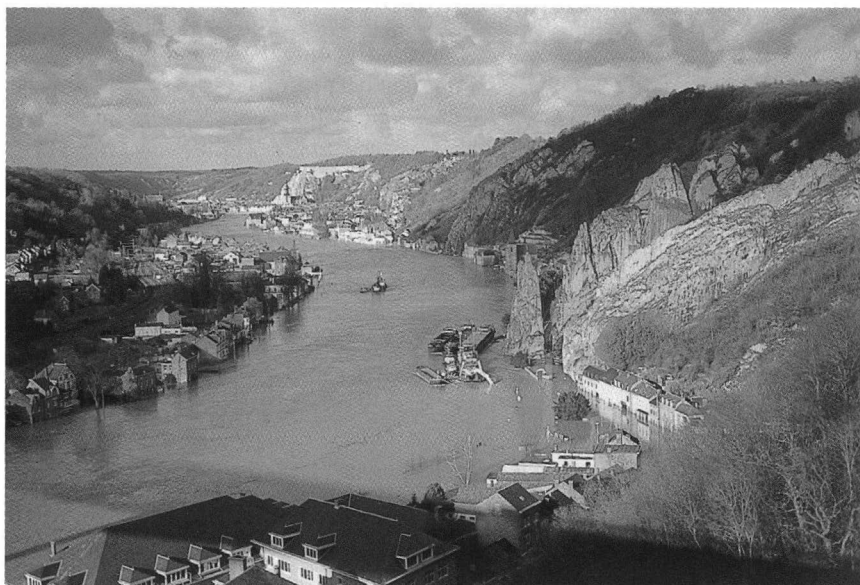


Fig. 8. — La Meuse à Dinant pendant la crue de 1993 (photo Ministère Wallon de l'Équipement et des Transports).



Fig. 9. — L'Ourthe en crue, 1993 (photo Ministère Wallon de l'Équipement et des Transports).

Le Rhin, le Mississippi, le Gange, le Brahmapoutre, le Nil, la Loire, sont autant de fleuves aux caractéristiques géomorphologiques fort différentes. Ils ont cependant tous un point en commun : une adaptation de la géométrie de leur système de chenaux. Leur capacité hydraulique à fort débit aurait été modifiée, créant des conditions moins favorables à l'évacuation des crues exceptionnelles, ce qui donnerait alors lieu à une aggravation des inondations.

Des études potamologiques peuvent déceler les tendances, les modifications des conditions géomorphologiques des rivières et de leurs bassins. Il faudrait créer une typologie des rivières, une sorte de classification des morphologies fluviales. Celle-ci devrait servir de base au développement des plans directeurs d'aménagement des cours d'eau et de leurs bassins.

Peu se sait au sujet des mécanismes fluvio-morphologiques, d'autant plus que les données manquent. Il faudrait de longues séries de données fiables pour déceler des tendances dans l'évolution de la capacité d'un cours d'eau à évacuer des crues ; elles manquent généralement. Des études comparatives sur des bassins et tronçons de rivières de même type devraient permettre de révéler les mécanismes à la base de ces tendances.

Encore faudrait-il savoir si les politiciens et les décideurs seraient intéressés par de telles actions dont les résultats ne seraient visibles qu'à très long terme. Il est un fait qu'ils préfèrent généralement inaugurer de grands ouvrages plutôt que de financer des activités moins spectaculaires telles les études potamologiques ou d'évaluation des ressources en eau — celles dont nous parlera le représentant de l'OMM.

Synthèse et conclusion

Les crues des rivières sont le résultat de la variabilité des pluies, phénomène naturel inévitable. Afin de réduire le débit des rivières en crue, mais aussi pour gérer ses ressources en eau, l'homme a construit des ouvrages de rétention de ces eaux de pluie. Il a pour cela opté pour une capacité de stockage basée sur une période de retour choisie en fonction de données économiques. Il a d'autre part aménagé le lit des rivières pour répondre à plusieurs besoins : réduire l'étendue des zones inondables en crue, faciliter l'évacuation des crues, améliorer les conditions de navigation, et bien d'autres. Cet ensemble de mesures a permis des développements économiques parfois spectaculaires.

Depuis quelque temps, les crues et inondations apparaissent plus graves. Des causes ont été identifiées, que personne ne conteste. C'est le cas de l'imperméabilisation des sols, de la réduction des zones naturelles de rétention des eaux de ruissellement et des eaux de crue. Par contre, les experts ne parviennent pas à se mettre d'accord sur les changements à plus ou moins long terme de la morphologie des rivières, changements qui seraient dus aussi bien à des évolutions géomorphologiques naturelles qu'à celles induites par l'activité humaine.

Le changement de climat vient compliquer le débat. Les études sur le climat sont nécessaires pour évaluer les tendances dans l'évolution des pluies extrêmes. La mise en place de modèles de prédiction des crues permet de gérer celles-ci et d'en limiter les conséquences désastreuses, notamment par la création de programmes d'alerte et de préparation des populations. Dans certaines régions, l'homme a adapté son mode de vie aux inondations qu'il considère même comme bénéfiques, comme au Bangladesh. Ses stratégies de survie sont cependant mises en péril lors d'inondations catastrophiques.

Même si des mesures de gestion des ressources hydriques peuvent être prises pour réduire les inondations catastrophiques, certains pensent que des changements dans la morphologie des rivières ont été induits tant par des causes naturelles que par l'activité humaine. Ils pensent qu'il faudrait arrêter le «domptage» des rivières et qu'il faudrait le remplacer par des politiques de gestion aussi bien du bassin que du lit de la rivière.

Nous pensons que cette nouvelle approche devrait être basée sur une étude systématique des modifications de la morphologie des rivières. Chaque rivière ou tronçon de rivière devrait être traité suivant une typologie à mettre en place.

Une telle approche permettrait de répondre à la question du changement de la morphologie des fleuves et rivières et de leur impact sur leur capacité d'évacuation des eaux de crue, question restée sans réponse jusqu'aujourd'hui. Il faudrait plus de recherche dans ce domaine car nous nous trouvons face à des problèmes qui peuvent trouver des solutions économiquement acceptables, surtout si nous considérons les dommages créés par ces inondations catastrophiques.

Il faut bien se rendre à l'évidence: les crues catastrophiques dues à des événements météorologiques exceptionnels sont inévitables, comme le sont les cyclones ou tremblements terrestres. Ceci est un fait que l'homme devrait apprendre à accepter. La réponse est la mise en place de programmes de préparation des populations et d'alerte aux crues de façon à en limiter les dommages.

Il faut abandonner la politique de domptage à tout prix des rivières et la remplacer par une meilleure gestion des bassins et surtout des rivières.

Enfin — et ceci s'applique surtout à un certain nombre de cas dans des pays en développement, comme au Bangladesh — il faut reconnaître aux fleuves leur droit de crue, certainement dans les régions où ces crues et où les inondations qui y sont associées sont bénéfiques pour l'homme et pour la nature.

BIBLIOGRAPHIE

- BABONAUX, Y. 1970. Le lit de la Loire, Etude d'hydrodynamique fluviale. — Bibliothèque Nationale, Paris.
- DION, R. 1934. Le Val de Loire. — Lafitte, Marseille (réimpression).

- ENGEL, H., BUSH, N., WILKE, K., KRAHE, P., MENDEL, H.-G., GIEBEL, H. & ZIEGER, C. 1994. The 1993/94 Flood In The Rhine Basin. — Bfg-Report No. 0833, Federal Institute of Hydrology, Koblenz.
- MOURGUJART, P., WIRRMANN, D., FOURNIER, M. & SERVANT, M. 1992. Reconstruction quantitative des niveaux du petit lac Titicaca au cours de l'Holocène. — C. R. Acad. Sci. Paris, t. 315, sér. 2, pp. 875-880.
- PETERS, J.J. 1994. Manejo de Ríos en la Cuenca del Piráí, CE-SEARPI.
- UMITSU, M. 1993. Late Quaternary Sedimentary Environments and Landforms in the Ganges Delta. — *Sedimentary Geology*, **83**: 177-186.
- WALDMAN, C. 1985. Atlas of the North American Indian. — Facts on File, New York.

Water: wereldwijd en waardevol

L'eau: une valeur mondiale

Water: Worldwide and Worthwhile

Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen

Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer

United Nations Brussels

pp. 109-121 (1998)

Water Resources Assessment: Worldwide and Worthwhile

by

Dieter KRAEMER *

KEYWORDS. — Observing Systems; Hydrological Data Collection; Water Resources Assessment.

SUMMARY. — Water resources assessment: the determination of the distribution and characteristics of surface water and groundwater, including their quantity and quality, remains an essential prerequisite for the sustainable development and management of water resources. Water resources assessment (WRA) is fundamental to virtually every use of water: for drinking water supply and irrigation, for hydropower production, and for the dilution and carriage of wastes. In addition, the data produced contain signals of the sustainability of the different activities being carried out within the river basins being sampled. Furthermore, water resources data and information are an essential starting-point for cooperative management and for conflict resolution on the basis of equitable utilization of shared water resources. Yet, at this time when demands for water are rising rapidly and the need for sustainability is gaining increasing recognition, national hydrological services and agencies established for this purpose, particularly in the developing countries, are becoming less capable of assessing national water resources. WRA is described as tool and part of the decision making process; the current data acquisition situation at a global level is illustrated and information is provided about steps to strengthen such activities through the implementation of the World Hydrological Cycle Observing System (WHYCOS). The global nature and value of water resources assessment are emphasized in the paper.

TREFWOORDEN. — Observatiesystemen; Hydrologische-dataverzameling; Waterhuishoudingevaluatie.

* Director Hydrology and Water Resources Department, World Meteorological Organization, P.O. Box 2300, CH-1211 Geneva 2 (Switzerland).

SAMENVATTING. — *Evaluatie van de waterhuishouding: wereldwijd en waardevol.* — Evaluatie van de waterhuishouding: het bepalen van de verdeling en de eigenschappen van oppervlakte- en grondwater, kwantiteit en kwaliteit inbegrepen, blijft een essentiële eerste vereiste voor de duurzame ontwikkeling en het beheer van de waterhuishouding. Evaluatie van de waterhuishouding is van fundamenteel belang voor nagenoeg elke vorm van waterverbruik: voor het voorzien van drinkwater en irrigatie, voor de productie van waterkracht, voor het verdunnen en vervoeren van afval. Bovendien bevatten de verzamelde data signalen m.b.t. de duurzaamheid van de verschillende in de bemonsterde stroomgebieden ondernomen activiteiten. Waterhuishoudingsdata en -informatie vormen ook een essentieel uitgangspunt voor coöperatief beheer en conflictoplossing op grond van rechtvaardig gebruik van „gedeelde” waterhuishouding. Toch is het zo dat, nu de vraag naar water gestadig toeneemt en de nood aan duurzaamheid steeds meer erkend wordt, de nationale hydrologische diensten en de voor dit doel opgerichte instanties, meer bepaald in de ontwikkelingslanden, steeds minder in staat zijn de nationale waterhuishouding te beoordelen. WRA (*Water Resources Assessment*) wordt omschreven als werktuig en deel van het beslissingsproces; de huidige dataverwerking op een globaal niveau wordt geïllustreerd en informatie wordt gegeven over wat er moet gebeuren om zulke activiteiten te versterken door de implementatie van de *World Hydrological Cycle Observing System* (WHYCOS). De algemene aard en waarde van de waterhuishoudingevaluatie worden in deze bijdrage beklemtoond.

MOTS-CLES. — Systèmes d'observation; Récolte de données hydrologiques; Evaluation des ressources en eau.

RESUME. — *Evaluation des ressources en eau: bien planétaire et salutaire.* — Evaluation des ressources en eau: la détermination de la distribution et des caractéristiques des eaux de surface et des eaux souterraines, quantité et qualité comprises, demeure une condition préalable essentielle au développement durable et à la gestion des ressources en eau. Pour presque toute consommation d'eau, une évaluation des ressources disponibles est fondamentale: pour l'approvisionnement d'eau potable et l'irrigation, pour la production d'énergie hydraulique et pour la dilution et le transport des déchets. En outre, les données produites contiennent des signaux de durabilité des différentes activités entreprises dans les bassins fluviaux échantillonnés. Les données et informations sur les ressources en eau sont de surcroît un point de départ essentiel à la gestion coopérative et la résolution des conflits sur base d'une utilisation équitable des ressources en eau partagées. Toutefois, maintenant que la demande en eau connaît une progression rapide et que le besoin de durabilité acquiert une reconnaissance croissante, les services hydrologiques nationaux et les agences établies à cet effet, surtout dans les pays en développement, montrent moins d'aptitude à évaluer les ressources en eau à l'échelle nationale. WRA (*Water Resources*

Assessment) est décrit en tant qu'instrument et élément dans le processus de prise de décision; la situation d'acquisition des données actuelles à un niveau global est ici illustrée et des informations sont fournies sur les mesures nécessaires au redressement de telles activités par la réalisation du *World Hydrological Cycle Observing System* (WHYCOS). Dans cet exposé, l'accent est mis sur la nature globale et l'utilité de l'évaluation des ressources en eau.

1. Background

The strengthening of the capability of Governments and international institutions to collect and manage information, including scientific, social and environmental data, in order to facilitate the integrated assessment and management of water resources, and foster regional and international cooperation for information dissemination and exchange through cooperative approaches among United Nations institutions... [Programme for further implementation of Agenda 21. Special session of the UN General Assembly (UNGASS), 1997] [1]*.

During this century the pressure on freshwater resources has increased dramatically. The world's population has already reached 5.5 billion and will exceed 8 billion within two decades. In 1997, one third of the world's people were estimated to live under water-stress conditions, and it is expected that by 2025 two thirds of the population will do so. Much of this increase in water stress will be in developing countries where the impact on the economy of the necessary adjustments will be significant. Demand for water will continue to rise as populations increase and *per capita* consumption rates increase, but growing pollution is likely to reduce the quantity of water, of suitable quality, that is available. Competition will increase between sectors such as irrigated agriculture and industrial/urban uses for the limited supply. There is also a need to recognize the aquatic environment as a legitimate user to which a fair share is allocated. The findings of the "Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World" [2], submitted to the fifth session of the UN Commission on Sustainable Development (CSD) and the Special Session of the General Assembly (UNGASS) in 1997, confirm the view that in many parts of the world the current patterns in the development and use of freshwater resources are not sustainable from either an economic, social or environmental perspective.

In the light of this, decision-making related to complex issues such as meeting increased demands for water and food, allocating resources between competing uses and ensuring sustainability of freshwater ecosystems, requires an improved knowledge of the freshwater resources. This in turn will demand timely, accurate, representative and comprehensive data on the status of water

* The numbers in brackets [] refer to the notes and references p. 121.

resources, the demands made on them and the economic, social and environmental dimensions of water use. However, in many parts of the world unfortunately the systems for collecting and managing water-related data are inadequate and are often deteriorating. The programme for the further implementation of Agenda 21, adopted at UNGASS in June 1997, therefore specifically calls for the strengthening of these activities (see quotation at the beginning of this section).

2. Need for Water-related Data

Measurement of components of the hydrological cycle, in quantity and quality, and of other characteristics of the environment affecting water are an essential basis for undertaking effective water management (The knowledge base — Dublin Statement, International Conference on Water and Environment, 1992) [3].

Human actions modify the hydrological cycle and can seriously pollute available water. Removal of trees and vegetative cover, land-use change, expansion of paved areas, building of dams and channels, interbasin transfers, irrigation and drainage and many other activities change the hydrological balance. Assessing effects of such modifications and of human uses of water in factories, cities and farms requires detailed data on amounts and quality of water at a location or in a region. In addition, adequate reliable hydrological data are a prerequisite for understanding the global climate system.

On the other hand, it is a fact that the more vulnerable a resource, the greater the need for both precision and timeliness in decision-making. Particularly when water is a resource that is limiting economic development, it is essential to have information that is integrated across sectors and includes the socio-economic dimensions. Day-to-day operations and responses to natural disasters such as floods and droughts benefit from having “real time” data available and from an ability to quickly draw information from a variety of sources, which an integrated information management system can do. The information collection cost is a very small fraction of the cost of water projects or value of the decisions made.

Figure 1 illustrates the “Information Cycle”. The utilization of data for decision-making purposes helps to define future information needs and the strategies needed to collect new or additional data. These additional data can then be used to improve assessments or improve the precision of information used for water resource management decisions. Applied properly, the cycle should never end: the use to which the information is put continuing to refine the data to be collected, and the new data improving the quality of the decisions made. Integrated information management systems primarily deal with the data collection, data analysis, and data information utilization components of the cycle.

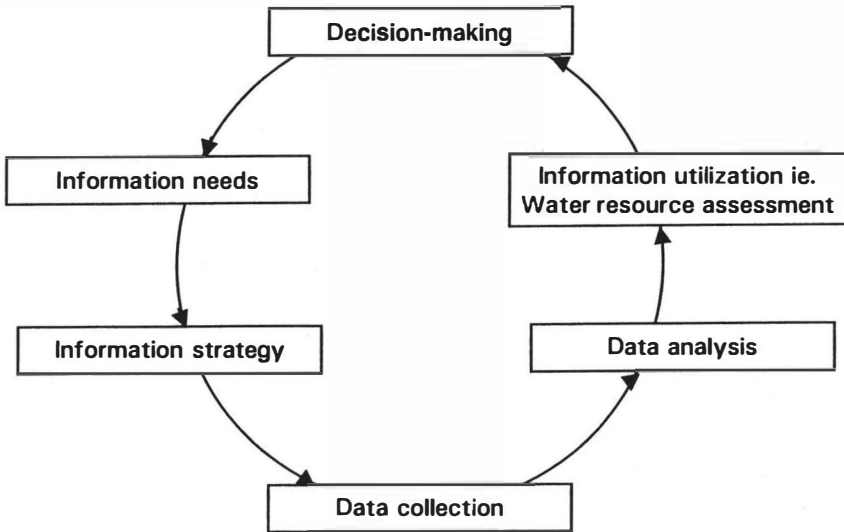


Fig. 1. — The Information Cycle.

Unfortunately, it is hard to convince many decision-makers that expenses for water-related data are justified. Elemental logic would argue that it is sensible to spend some fraction of the budget allocated to the construction of water resource projects on data and information functions. Few countries do so, however. Particular difficulties include a lack of resources to maintain observing stations, differing procedures for collecting data, variations in quality assurance procedures and standards between different agencies and countries, unreliable telecommunication systems and outdated systems for information management. Therefore, there is real value in studies that establish costs and benefits of observational networks and information management systems. Available studies often demonstrate benefit/cost ratios in the 3:1 to 5:1 range, and up to 16:1 for flood forecasting.

Experience in the integration of information for water resources assessment has resulted in the identification of information or data deficiencies that are relatively common, especially in the developing countries. Reliable *water use* information is difficult to obtain for all sectors. *Groundwater* is often the forgotten resource and insufficient information is available on its *quantity*, *quality* and *use*. *Water quality* information on land-based pollution is often scanty, and does not include monitoring of persistent organic pollutants which may impact on human health and the aquatic environment. *Basic hydrological information* is often not available to the degree that rational decisions on alternatives can be made in countries experiencing water scarcity.

A number of methods exist for evaluating the adequacy of the database. The simplest approach is reference to standard guidelines or comparisons to the

network densities of countries or regions in similar circumstances. If there is a rudimentary network in place, then more elaborate tools exist for an evaluation. Such evaluations must be used so as to determine not only the parameters needed, but also the format and timeliness which are of greatest value to decision-making. Guidance to national hydrological services in developing countries on network analysis procedures is readily available from the WMO and a number of national hydrological services.

3. Status of Water Resources Assessment (WRA) Activities

Major impediments are the lack of financial resources for water resources assessment, the fragmented nature of Hydrological Services and the insufficient numbers of qualified staff (Chapter 18, Agenda 21, UN Conference on Environment and Development, 1992) [4].

The “WMO/UNESCO Report on Water Resources Assessment” [5] and the “WMO Basic Network Assessment Project” (BNAP) [6] provide a global overview about the status of: WRA activities and the adequacy of hydrological networks. In the late seventies, there was evidence that countries were responding to the call to develop and strengthen their Hydrological Services and WRA in line with the Mar del Plata Action Plan, by installing new instrument networks, investing in up-to-date data processing systems, and employing and training the necessary manpower. This trend however has reversed in recent years, under pressure of economic stringency. Particularly since about the mid-eighties, in many areas of the globe, countries have been suffering from economic difficulties, and many aspects of WRA have also been affected, in view of insufficient budgetary allocations for these purposes. At the same time, greater and greater demands are made for more precise information about water resources, their availability, variability, reliability and quality.

To illustrate the current data acquisition situation, table 1 provides a summary of *hydrological observing stations*, according to WMO’s INFOHYDRO statistics for 1994 [7]. As can be seen, there is a great disparity between the measurement activities within the various regions: in 1994 there was a total of some 5,700 stations for river discharge measurement in 47 countries in Africa (the second-largest continent) and 20,000 such stations in 43 countries in Europe; for water quality, the figures are about 5,000 stations in both Africa and Asia (27 countries), against 31,000 in North/Central America (23 countries) and 55,000 in Europe.

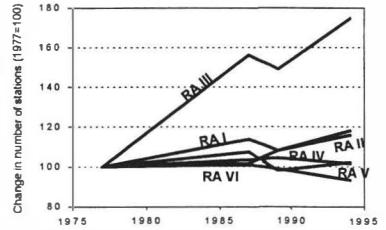
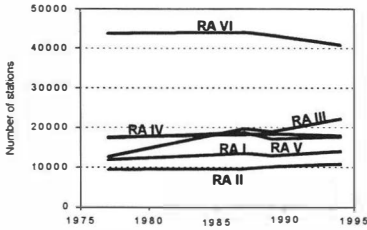
An assessment of trends was also made using data for the years 1977, 1987, 1989 and 1994; the graphs in figure 2 show the deterioration or stationary trend of some types of observing networks, particularly in some of the regions. Only in some cases there is a significant increase over the years, and particularly in

Table 1
Hydrological Observing Stations - Summary by WMO Regions - (Number of Stations)

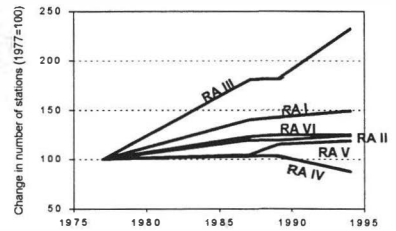
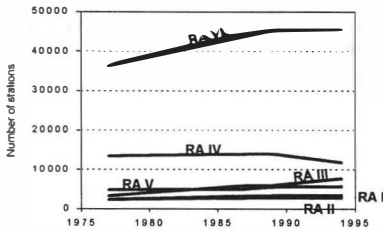
Regions	Africa (RA I)	Asia (RA II)	S America (RA III)	N & C America (RA IV)	SW Pacific (RA V)	Europe (RA VI)	Total (Global)
Type of Stations							
PRECIPITATION							
Non-recording	17,036	39,247	19,247	19,973	15,276	40,367	151,355
Recording	2,639	18,864	3,520	5,280	3,332	8,422	42,057
Telemetry	8	1,916	202	1,023	515	459	4,123
Radar	9	56	3	82	8	35	193
EVAPORATION							
Pans	1,508	3,686	1,745	2,716	1,120	1,499	12,274
DISCHARGE: TOTAL							
Recording	5,703	11,543	7,808	13,211	5,838	20,008	64,111
Non-recording	1,856	3,064	2,117	11,128	3,795	13,871	35,831
Telemetry	3,045	8,479	5,691	2,080	2,043	6,137	27,475
	39	2,033	158	3,613	1,075	2,761	9,679
WATER LEVEL: TOTAL							
Recording	3,410	6,405	5,815	11,274	1,167	10,704	38,775
Non-recording	877	2,300	1,571	9,549	642	4,829	19,768
Telemetry	2,244	3,800	4,244	1,725	522	5,826	18,361
	15	1,257	194	1,734	192	1,768	5,160
SEDIMENT DISCHARGE							
Suspended	859	3,820	1,561	5,217	619	3,712	15,788
Bedload	6	685	505	0	1	549	1,746
WATER QUALITY	5,297	5,045	2,661	31,462	1,690	55,379	101,534
GROUNDWATER							
Water level							
— Observation wells	4,884	16,657	1,133	19,818	18,585	85,075	146,152
Water quality							
— Observation wells	4,898	1,964	597	7,935	13,757	14,889	44,040

South America, of the precipitation, discharge and water quality networks, and for Europe mainly as regards water quality.

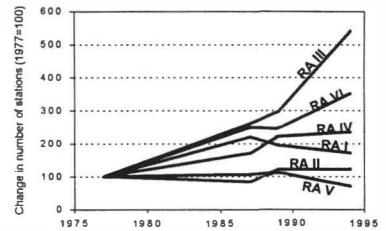
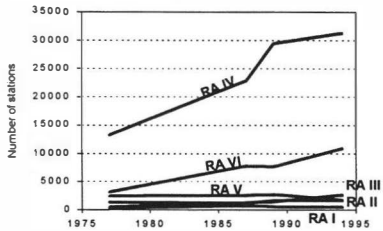
Precipitation stations



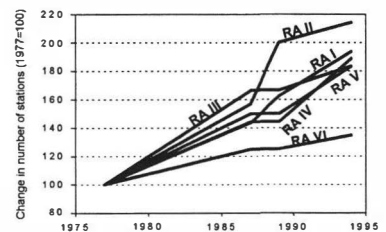
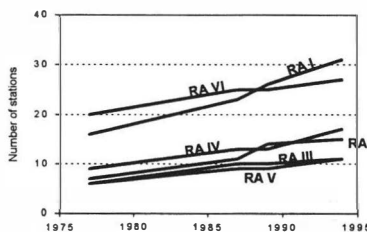
Discharge stations



Water quality stations



Hydrological data banks



RA - Regional Association: RA I (Africa), RA II (Asia), RA III (Sth America), RA IV (Nth America), RA V (Sth West Pacific), RA VI (Europe)
Source: INFOHYDRO

Fig. 2. — Hydrological Stations 1977-1994 by WMO Region.

As in any other monitoring programme, after observation, the data must be quality-controlled, stored, analysed and made available for use by many different clients, by means of *computerized data banks*. As can be seen in figure 2, the number of national data banks grew substantially between 1977 and 1994.

However, data needed by users is frequently difficult to access, due to the fact that data is often collected by many agencies for their own purposes, to their own standards, and by several levels of governments. The fragmentation of *national water agencies* in charge of hydrological activities and multiple agency involvement is evident: in the 157 countries which reported on data collection activities, there are 480 agencies measuring water-related data, which is an average of about three per country (see table 2).

Table 2

Activities of National Agencies - (Number of Agencies)

	WMO Regions						
	Africa (RA I) (47)*	Asia (RA II) (27)*	S America (RA III) (13)*	N & C America (RA IV) (23)*	SW Pacific (RA V) (12)*	Europe (RA VI) (43)*	Total (Global) (165)*
Number of Agencies	108	57	72	77	51	115	480
MAIN ACTIVITIES OF AGENCY							
Hydrology	96	48	69	55	42	106	416
Hydropower	10	6	21	11	10	10	68
Agriculture	14	10	20	20	8	19	91
Water supply	21	10	16	25	16	25	113
Flood control	12	11	22	16	15	22	98
Pollution control	15	8	19	14	7	30	93
Navigation	4	4	13	2	3	9	35
Other	5	5	41	13	11	5	80
HYDROLOGICAL ACTIVITY							
Hydrometric	64	34	50	49	37	65	299
Groundwater	30	24	19	34	29	53	189
Climatological	61	32	34	49	36	68	280
Snow	6	11	6	5	5	55	88
Lakes (stage)	29	9	17	16	21	45	137
Glaciers	1	2	3	1	2	6	15
Estuaries	9	8	9	7	15	25	73
Ice thickness	0	5	2	4	2	23	36
Soil moisture	16	10	8	28	10	32	104
Sediment discharge	31	25	15	23	21	43	158
Water quality	36	25	28	47	28	56	220

* Number of countries in the WMO regions that provided information.

There is also poor coordination between agencies responsible for water management, and only in a number of countries there is a *national agency dealing with WRA* or integrating structure that encourages cooperation and coordination: as an example, in 39 countries all the services are combined in one agency only, and in 32 countries the overall coordination is being done by one national agency designated for this purpose [7].

In short, the main obstacles for WRA are the fragmentation of institutional responsibilities and the low level of priority given to water resources assessment at the national level. This fragmentation is widely recognized as an impediment to the establishment of integrated national databases. The lack of financial and human resources also continues to be major constraints to improving water resources assessment, particularly in many developing countries. Recent cutbacks have taken their toll both in terms of the poor operation and maintenance of networks, and the availability and lack of reliability of water information. A theme common to many countries is that of problems in training and retaining WRA staff, and in updating their abilities to implement more advanced technologies and equipment. From a *global perspective*, there is, in consequence, a serious concern about the ability of the national agencies which are responsible for WRA to meet the growing needs for data and information, especially as these relate to sustainable development.

It is a paradox that governments are willing to invest many millions in projects with fragile hydrological data foundations, ones which may not be sustainable, but they are unwilling to spend the very much smaller sums needed to ensure that data are collected to meet current and future needs and to demonstrate the sustainability of projects. The argument usually is that there is no time for data collection. Rapid assessment methods have to be adopted as a consequence. However, this argument is an old one which has been used ever since water resources development started. At the present time circumstances are vastly different.

In view of the importance of water resource assessments for economic development, many bilateral donors and aid agencies are now beginning to give increased support to developing countries in an effort to maintain or rebuild their capabilities in this regard. Such aid has provided funds for equipment and training, but the weakest point has often been the inability or lack of appreciation of the need for continuous long-term funding for these activities so as to ensure their maintenance once external support has terminated.

One prerequisite for planning and funding such activities is a clear and comprehensive definition of what facilities, staff and other resources are required. For this purpose, WMO and UNESCO have produced guidance for use by countries under the title "Water Resources Assessment — Handbook for Review of National Capabilities" (1997) [8].

4. Relevant WMO Initiatives

An essential goal of the WMO is to assist countries in maintaining and improving their hydrometeorological and hydrological information systems. The Organization uses such means as technology transfer and training, collaboration among meteorological and hydrological services, and international exchange of data and information. Specific guidance related to adequacy of networks, data acquisition systems and the essential components of water resources assessment is available. Some examples of relevant WMO activities are described below.

As a recent initiative, the World Hydrological Cycle Observing System (WHYCOS) was launched in 1993 by WMO, with the support of the World Bank and other donors. It is designed: (i) to strengthen the technical and institutional capacities of Hydrological Services to capture and process data, and meet the needs of their end users for information on the status and trend of water resources and risks; (ii) to establish a global network of national hydrological observatories on key water bodies around the world, which provide information of a consistent quality, transmitted in real time to national and regional databases, via the Global Telecommunication System of WMO; and (iii) to promote and facilitate the dissemination and use of water-related information, using modern information technology such as the World Wide Web and CD-ROMs. WHYCOS is being developed in the form of regional components (HYCOSs) within a framework of common guidelines and standards, but designed to meet regional priorities defined by the countries within the region. The data from each site is transmitted in real-time through the Global Telecommunications System of WMO. The MED-HYCOS for the Mediterranean countries and SADC-HYCOS for Southern African countries are the first two projects being implemented. WHYCOS is in the early implementation stages but should provide a source of high quality data on the hydrological cycle for use at the national, regional and international level in the future. Figure 3 shows the location and status of the various HYCOSs.

The Global Runoff Data Centre (GRDC), established in 1988, operates under the auspices of WMO and is supported by and located in the Federal Institute of Hydrology in Koblenz, Germany. The principal objective of the Centre is to facilitate and optimize the information exchange of stream-flow data worldwide. The GRDC database contains contributions from over 140 countries, and includes the data for 3,200 hydrometric gauging stations located in 2,900 river basins. The quality and reliability of the contributed data are verified before entry into the database. The GRDC has the capability to provide interpreted hydrological information and does so for many organizations.

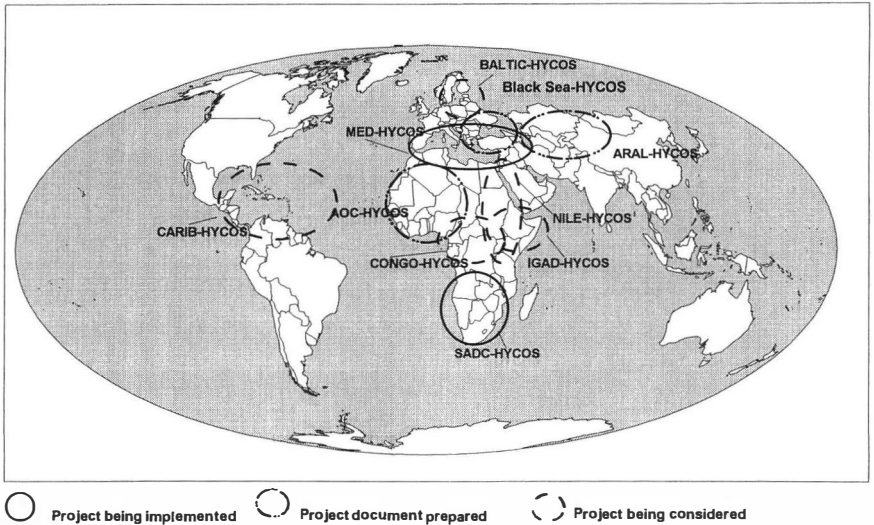


Fig. 3. — World Hydrological Cycle Observing System (WHYCOS) – HYCOS Projects.

5. Concluding Remarks

If sustainable development is to mean anything, such development must be based on an appropriate understanding of the environment — an environment where knowledge of water resources is basic to virtually all of man's endeavours (Report on Water Resources Assessment, WMO/UNESCO, 1991) [5].

WRA, identification of available supplies, projections of future use and the presentation of development options and their potential impacts, are the basis for the sustainable management of the world's water resources into the future. However, the building blocks of water resources assessment, the hydrological data collection networks of the world, are in poor shape. The capability and the database necessary for WRA is sadly lacking in many developing regions of the world, particularly Africa and parts of Latin America and Asia. International action is required to overcome these limitations and assist those countries most in need to reach self-sufficiency in terms of reliable information and the capability to carry out water resources assessment and sustainable management of the water and related resources.

In conclusion, the world's natural resources must be managed, protected and conserved to meet the needs for present and future generations. WRA is one of the key tools in ensuring that this will happen. Therefore, WRA is a worthwhile activity that needs to be undertaken worldwide.

NOTES AND REFERENCES

- [1] UN, UNDP, UNEP, FAO, UNESCO, WMO, World Bank, WHO, UNIDO, SEI: Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World. — Published by the WMO on behalf of the participating agencies and with the sponsorship of the Stockholm Environment Institute, 1997.
- [2] Special Session of the UN General Assembly. — Programme for further implementation of Agenda 21, 1997.
- [3] UN 1992: International Conference on Water and the Environment; Development Issues for the 21st Century, Dublin, Ireland. Published by the WMO on behalf of the participating agencies and with the sponsorship of the Stockholm Environment Institute.
- [4] UN Conference on Environment and Development, 1992: Agenda 21: Programme of Action for Sustainable Development, Rio de Janeiro, Brazil.
- [5] WMO/UNESCO, 1991: Report on Water Resources Assessment — Progress in the implementation of the Mar del Plata Action Plan and a strategy for the 1990s.
- [6] PERKS, A., WINKLER, T. & STEWART, B. 1995. The Adequacy of Hydrological Networks: A Global Assessment. — WMO/TD - No. 470.
- [7] WMO 1995: Hydrological Information Referral Service. — INFOHYDRO Manual, 1995 Editions. — WMO-No. 683.
- [8] WMO/UNESCO - Water Resources Assessment - Handbook for Review of National Capabilities, 1997.

Water: wereldwijd en waardevol

L'eau: une valeur mondiale

Water: Worldwide and Worthwhile

Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen

Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer

United Nations Brussels

pp. 123-124 (1998)

Bespreking — Discussion

J.-J. Symoens. — Je souhaiterais poser aux trois précédents orateurs la question suivante: quels sont les efforts, les moyens, les méthodes qui peuvent être mis en œuvre pour favoriser et développer une éducation en vue du respect qualitatif et quantitatif des ressources hydrologiques et hydrobiologiques?

J. J. Peters. — Je ne pense pas qu'il y ait de solution universelle. Il faut se rendre compte que de par le monde les situations sont très diverses. Dans certains pays, les gens en sont extrêmement conscients. Et je crois que c'est une des choses que reflète le rapport de l'OMM et de l'Unesco, qui a tenté de mettre sous forme de graphique la conscience que les populations ont du problème de l'eau, les ressources financières et la disponibilité en eau. On constate que parfois il existe certaines relations, parfois pas. Pour ma part, je crois que c'est à partir des organisations gouvernementales que doivent venir les initiatives. On peut bien sûr former les gens dans les universités. Mais quant à rendre les populations conscientes du problème de l'eau, c'est une question d'organisation à l'échelle d'un pays, d'un bassin.

D. Kraemer. — As Mr Peters quite correctly said, there is no universal response or decision. I think that one of the very important means for this is precisely what we are celebrating today: the World Day for Water. The World Day for Water is the result of the Rio Conference in 1992, which was then considered by the General Assembly of the United Nations. They decided that the importance of water should be celebrated every year on 22nd March. I don't know if you are aware that at the moment, there are twenty-six agencies in the system of the United Nations that undertake activities in water resources. These agencies get together, meet every year and one of the issues they discuss is the theme for every year's day for water. Last year, for instance, the main theme was water resources assessment. Our colleagues from Unesco and ourselves prepared some promotion material which was sent to all member states, precisely to assist countries and create awareness for better protection of water resources. This year, for example, the theme is "groundwater – the invisible resource". Many people, many decision-makers are not too aware of the importance of protecting groundwater. This is, I think, one of the ways that can be used in order to reach greater awareness of the importance of water.

J.-J. Symoens. — Of course, a happening like today's celebration mainly assembles people who are already convinced. However, I would like to know to what extent such celebrations take place in front of young or ignorant people. According to your experience, has progress been made?

D. Kraemer. — According to the feed-back a number of countries send us on a yearly basis, important progress has been made. In some countries a “water week” has been established and at school events and other social gatherings as well as on television attention is paid to the problem of water. I happened to be in China on the World Day for Water. In Beijing e.g., there was an incredible audience carrying flags on which the importance of water was shown. Such events help to increase the awareness at a national level, particularly in countries that up till now have not been aware of the importance of water. It is a fact that this year the water problems figure high up on the political agenda.

J.-J. Symoens. — Puis-je poser la même question au professeur Micha. Après les nombreux voyages que vous avez faits dans des pays situés sur divers continents, avez-vous constaté la mise en œuvre de campagnes ayant une certaine résonance sur la protection des zones humides? Ou plus particulièrement, la Convention de Ramsar a-t-elle eu un impact dans les pays qui l’ont signée?

J.-C. Micha. — A ce sujet, on pourrait s’inspirer du Cambodge ou, d’une façon plus générale, de certaines civilisations asiatiques ou d’Amérique du Sud qui n’ont jamais eu peur de l’eau, qui se sont bien intégrées dans les zones marécageuses, qui ont su en tirer parti et s’y sont développées. Je suis toujours frappé quand je me rends au Cambodge. Au mois d’octobre, c’est la grande fête de l’eau, de l’inondation. Tout le monde se rassemble, les gens sont conscients de l’intérêt de l’eau, des revenus, des moyens, de la nourriture qu’on peut en tirer, et par conséquent ils y font attention. D’ailleurs, ils sont à présent les premiers à lutter contre les grands barrages qu’on veut construire sur le Mékong en amont du Cambodge parce qu’ils sont conscients des conséquences que cela va entraîner si cette inondation n’a plus lieu — cette source de vie, de production, de revenus annuels. On pourrait citer beaucoup d’autres exemples. Mais je crois que c’est surtout chez nous que l’on devrait développer une approche bien plus globale. Le problème réside dans la formation non seulement des populations, mais aussi des universitaires. Trop souvent, les ingénieurs, en termes de quantité, ne se soucient pas des organismes vivants, à l’inverse des biologistes qui pensent en termes de qualité, et pas assez en termes de quantité. A mon avis, il faudrait commencer à «décompartmenter» la formation des gens, trop spécialisée, qui n’utilise qu’une partie des ressources de l’écosystème. L’approche correcte serait d’envisager tous les tenants et aboutissants, approche par conséquent plus intégrée, pluridisciplinaire. Je crois que, de cette façon seulement, il nous sera possible d’obtenir à l’avenir un développement durable et d’utiliser de manière durable nos ressources aquatiques de plus en plus malmenées.

**WATER EN ECONOMIE — EAU ET ECONOMIE
WATER AND ECONOMY**

Water: wereldwijd en waardevol

L'eau: une valeur mondiale

Water: Worldwide and Worthwhile

Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen

Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer

United Nations Brussels

pp. 127-128 (1998)

Inleidende uiteenzetting

door

Ferdinand SUYKENS *, moderator

Deze namiddag ligt het in de bedoeling eerder enkele *economische* aspecten van het water te bespreken.

Doorheen de eeuwen heeft het transport te water langsheen de rivieren of over de zeeën een steeds groeiende rol gespeeld.

In onze klassieke humaniora hebben we gehoord hoe de Romeinen het *mare nostrum* controleerden en hoe zij wilden beletten dat de Feniciërs en Carthago hen hierin zouden dwarsbomen. *Sed ego sensio Cartaginem delendam esse.*

Na de ontdekkingsreizen worden havensteden de metropolen van de zeeën.

Reeds vroeger was dit het geval met Venetië, Brugge, Antwerpen, Amsterdam of Londen.

In Zuid-Amerika ontstaan wereldcentra zoals Buenos Aires, Montevideo, Rio de Janeiro, São Paulo, enz. In het Verre Oosten: Singapore, Hong Kong, Shanghai, Tokyo, Kobe, Osaka, enz. In Afrika zijn de grootste steden meestal havensteden. Het zijn plaatsen waar de overzeese cultuur samen met de goederen wordt aangevoerd.

Het Britse Rijk in Indië was en is vandaag nog gebaseerd op havensteden zoals Mumbai, Madras en zovele andere.

Wij beleven op dit ogenblik de globalisatie van de wereldeconomie — *worldwide sourcing* en delokalisatie zijn de woorden van de dag.

Kolen komen van Hampton Roads, Virginia, voor 4-5 \$ per ton naar Europa en ijzererts van Tubarão in Brazilië voor 8-9 \$ per ton. Auto's komen uit Nagoya, Japan, voor 14 000 BF naar Europa — 2-3 % van hun verkoopprijs. Een 20' container komt van Singapore naar Antwerpen voor dezelfde prijs als van Antwerpen naar München. In transportprijzen zijn oceanen zeer smal

* Lid van de Academie; eredirecteur-generaal van het Havenbedrijf Antwerpen (België).

en continenten zeer breed, anders dan in de Mercatorprojectie. Gans de wereld wordt één dorp.

We hebben vandaag twee sprekers om dit te belichten.

Confrater Haerinck doet ons het boeiende verhaal van het oude Nabije Oosten.

Water: wereldwijd en waardevol

L'eau: une valeur mondiale

Water: Worldwide and Worthwhile

Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen

Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer

United Nations Brussels

pp. 129-137 (1998)

Water en het oude Nabije Oosten

door

Ernie HAERINCK*

TREFWOORDEN. — Archeologie; Cultuurgeschiedenis; Nabije Oosten.

SAMENVATTING. — In de lezing zal vooral het cultuurhistorische aspect van water in het oude Nabije Oosten benaderd worden. Water was essentieel voor de ontwikkeling en bloei van gemeenschappen, en dit weerspiegelt zich dan ook in de technische inventiviteit voor het beheersen ervan. Het positieve karakter van water wordt behandeld (o.a. in rituelen, mythen, epen, enz.: schepping, reiniging, dopen, begrafen, ...), maar eveneens het destructieve aspect (o.a. zondvloed). De mogelijkheid van communicatie en transport via het water heeft in belangrijke mate bijgedragen tot de ontwikkeling en verspreiding van culturen. Handel had een primordiale rol in contacten over verre afstand en droeg bij niet alleen tot de verspreiding van goederen maar evenzeer van gedachten.

MOTS-CLES. — Archéologie; Histoire culturelle; Proche-Orient.

RESUME. — *L'eau et le Proche-Orient ancien.* — Dans cet exposé nous aborderons surtout l'aspect historico-culturel de l'eau dans le Proche-Orient ancien. L'eau fut un élément essentiel au développement et à l'essor de communautés, ce que reflète l'inventivité technique déployée pour son contrôle. Le caractère positif de l'eau est décrit (entre autres dans les rites, les mythes, les épopées, etc.: création, purification, baptêmes, funérailles, ...), mais également l'aspect dévastateur (ex. le déluge). La possibilité des communications et du transport par eau a contribué dans une large mesure au développement et à la diffusion des cultures. Les échanges commerciaux jouaient un rôle primordial dans les contacts à longue distance et contribuèrent non seulement à la circulation des biens, mais aussi des idées.

* Lid van de Academie; professor Archeologie van het Nabije Oosten, Universiteit Gent, Sint-Pietersplein 6, B-9000 Gent (België).

KEYWORDS. — Archaeology; Cultural History; Near East.

SUMMARY. — *Water and the Ancient Near East*. — In this paper mainly the historico-cultural aspect of water in the ancient Near East will be tackled. Water was essential for the development and bloom of communities, and this is reflected in the technical inventiveness displayed for its control. The positive nature of water is dealt with (e.g. in rites, myths, epics, etc.: creation, purification, baptism, funeral, ...), but also the devastating aspect (e.g. the flood). The possibility of communication and transport through water has largely contributed to the development and spread of knowledge. Trade played a capital part in long-distance contacts and contributed not only to the spread of goods, but also of ideas.

*
* *

Het oude Nabije Oosten beslaat een heel groot territorium en omvat talrijke millennia. Het is dan ook evident dat het water van fundamenteel belang is geweest in de ontwikkeling en uitbouw van de menselijke samenleving.

Het gebied dat we zullen belichten is te situeren tussen de Nijl en de Indus. In deze regio zijn meerdere bloeiende beschavingen tot stand gekomen die grotendeels hun bestaan en welvaart te danken hebben aan het water. In geomorfologisch opzicht komen in dit grote gebied een verscheidenheid van ecologische zones voor die mede bepalend zijn geweest voor de ontwikkeling van de verschillende beschavingen. In deze regio vinden we zowel vrijwel volstrekt aride zones met heel hoge temperaturen en nauwelijks of geen neerslag als alluviale gebieden en moerassen, maar ook rotsplateaus en eeuwig besneeuwde bergen. Er bevinden zich een aantal grote riviersystemen, waaromheen de mensen zich gevestigd hebben. Van uitzonderlijk belang zijn de Nijl, de langste rivier ter wereld, de Orontes, de Eufraat en de Tigris (Mesopotamië), de Karun in Zuid-West-Iran, de Indus, maar ook minder bekende zoals de Tedschen en de Murgab in Turkmenistan, en de Amu Darya in Uzbekistan. De ontelbare kleinere rivieren, beken, meren, maar ook menselijke ingrepen op de omgeving zelf (kanalen) zorgden ervoor dat de mens zich in heel uitgestrekte en verschillende ecologische zones kon bewegen en vestigen. Rondom deze grote stroomgebieden bevinden zich de belangrijkste beschavingen die gedurende millennia hun impact gehad hebben op de ontwikkelingen in het oosten. Tot de grote beschavingen behoren uiteraard de Egyptische, de Anatolische, de Mesopotamische, de Elamitische, de Indusdal en de Centraal-Aziatische beschavingen...

We kunnen vaststellen dat de vroegste ontwikkelingen in de samenleving zich niet hebben afgespeeld rondom de grote rivieren en in de alluviale vlakten, maar in gebieden aan de voeten van de bergen. In deze zones groeiden granen in het wild, leefden voldoende wilde dieren en waren er voldoende regenval en kleinere rivieren aanwezig die de mens ertoe hebben aangezet en de mogelijk-

heden boden om zelf in te staan voor de voedselproductie. Voldoende water was een noodzaak die van in het begin van de menselijke evolutie determinerend is geweest voor verdere ontwikkelingen. In het neolithicum, vanaf het 9de/8ste millennium vóór Chr., gaat de mens de eerste biologische experimenten ondernemen die nu nog altijd gevolgen hebben. Hij slaagt erin granen te telen en dieren te domesticeren, maar daar treedt ook de vervreemding op met de natuur. Dit proces van neolithisering is wellicht in grote mate een vrouwelijke aangelegenheid geweest. De menselijke ingrepen in de natuur zijn echter ook de oorzaak van de daaruit voortvloeiende vernietiging van de natuur. De biologische experimenten van de mens gaven echter ook aanleiding tot andere verhoudingen in de relatie man-vrouw en in de taakverdeling. De man trad nu op als landbouwer en niet meer als jager.

De neolithische evolutie heeft aanleiding gegeven tot een bevolkingsexplosie, waardoor de mens genoodzaakt was zich te gaan vestigen in andere zones, waar echter de klimatologische en geomorfologische omstandigheden anders waren. In het Chalcolithicum stellen we vast dat de mens in de grote alluviale vlakten gaat wonen. Omdat de riviersystemen wispelturig zijn en tegen een grote snelheid richting zee vloeien was het noodzakelijk om het water onder controle te krijgen. Vanaf dan werden dijken en kanalen aangelegd en onderhouden. De oudste irrigatiekanalen zijn ca. 6 000 v. Chr. te dateren. De betere mogelijkheden voor de mens gaven aanleiding tot een verdere en versnelde bevolkingsgroei, waaruit uiteindelijk de steden ontstonden met meer complexe maatschappelijke structuren en met een specifieke taakverdeling.

Anderzijds is de daaruit voortvloeiende welvaart een bron geweest van conflicten, en het ziet er naar uit dat water wel eens de aanleiding zou kunnen zijn tot grote regionale conflicten in het Nabije Oosten, in de toekomst. Denken we maar aan de dammen die in Turkije gebouwd worden en problemen opleveren voor Syrië. Anderzijds bouwt Syrië eveneens dammen en creëert daardoor problemen voor Irak. Er zijn meerdere andere voorbeelden te citeren en de impact op de vruchtbare grond maar ook wijzigingen in het microklimaat zullen in de toekomst nog wel meer vragen doen rijzen over de zin van dergelijke constructies. Er wordt zelfs beweerd dat de grote stuwdam op de Nijl voor Egypte meer negatieve effecten dan voordelen heeft gegenereerd en sommigen beweren zelfs dat de druk van de watermassa achter de stuwdam een rechtstreekse aanleiding zou kunnen geweest zijn voor de aardbeving die enkele jaren geleden Egypte heeft getroffen. De recente bouw van gigantische stuwdammen in het Nabije Oosten is bovendien heel nefast voor het cultuurhistorisch en archeologisch patrimonium van meerdere regio's. Ganse streken zijn door de overstromingen niet meer te bestuderen.

Voor de gebieden waarvoor wij in de Oudheid over schriftelijke gegevens beschikken leren we dat het één van de voornaamste taken was van de vorst om kanalen en dijken te onderhouden, maar ook om initiatieven te nemen om er nieuwe te laten aanleggen. Vele kanalen kregen tevens de naam van diegene

die ze had laten graven. Er bestond bovendien een belangrijke groep van ambtenaren die instonden voor controle en het regelen van geschillen. Verder zijn er in de wetgeving (o.a. Hammurabi, 18de eeuw v. Chr.) straffen voorzien voor diegenen die onzorgvuldig omsprongen met de verplichtingen van onderhoud van de kanalen en de schadevergoedingen die konden voortvloeien uit die nalatigheid. Het onder controle houden van de enorme massa slib die de grote rivieren voortdurend aanvoerden, was een uiteraard heel arbeidsintensieve bezigheid. De grote infrastructuurwerken, zoals kanalen, veronderstellen een economisch draagkrachtige samenleving met een degelijke controle. Breuken in dammen en kanalen konden een heel nefaste invloed hebben voor een groot aantal mensen. De belangrijkste oorzaak van de ondergang van de Indusdalbeschaving in de eerste eeuwen van het tweede millennium v. Chr. is wellicht toe te schrijven aan tektonische activiteiten waarbij de waterhuishouding volledig in de war werd gestuurd. Verzwakte politieke structuren lagen zeker aan de basis van de breuk in de Maribdam, in Jemen (6de eeuw na Chr.).

We weten ook dat in het verleden legers bepaalde rivieren hebben afgedamd of van richting hebben doen veranderen uit strategische overwegingen. De controle over water betekende controle over een hele regio en een hele bevolking. Ook over de Mongolen kan vermeld worden dat zij het Nabije Oosten werkelijk tot de bedelstaf hebben veroordeeld door het vernietigen van infrastructuurwerken waardoor grote gebieden nauwelijks nog in staat waren voldoende voedsel te produceren. Akkers en gewassen vernietigen is nog niet zo erg en maar een heel tijdelijk fenomeen, maar irrigatiesystemen ontregelen heeft een veel grotere impact op de samenleving. Niet altijd echter konden de waterlopen in bedwang gehouden worden; soms verplaatsten rivieren zelf hun bedding. Veel belangrijke archeologische sites die voorheen aan een waterloop lagen, bevinden er zich nu ver vandaan.

Het degelijk onderhoud van de bestaande waterlopen en het voortdurend uitbreiden van het bestaande net met kanalen, sluizen en dammen is van levensbelang voor de welvaart van een gebied. Aanvoer en controle van water is essentieel, maar heeft echter gevolgen op zeer korte tot zeer lange termijn. Het onder controle brengen van grote riviersystemen heeft uiteraard implicaties, o.a. op de grondwatertafel. Het grootste probleem is wellicht de verzilting. Water dat wordt aangevoerd brengt mineralen mee, zoals zout dat zich afzet in de grond. Anderzijds kunnen door het principe van capilariteit zouten naar de oppervlakte migreren en een rechtstreekse bedreiging vormen voor het wortelgestel van de planten. Dit probleem bestond vroeger ook reeds, en we zien dat meerdere beschavingen (o.a. Turkmenistan) wellicht tot een einde kwamen door een te intense bewerking van de velden, de uitputting van de grond en de zoutafzettingen, waarbij ganse streken op korte tijd herschapen werden tot onbewoonbare zones voor vele generaties.

Niet alleen de controle van zichtbare waterlopen heeft het landschap in het Nabije Oosten grondig gewijzigd, maar ook het uithouwen of bouwen van

waterputten behoorde tot de inventiviteit van de mensheid. Nog andere bewateringssystemen zoeken wateraders en aquaferen op aan de voet van bergen en met een ondergronds watersysteem kan het water over een groot aantal kilometer vervoerd worden. Dit systeem, dat nu nog steeds wordt toegepast, werd zowel in Iran (qanaten) als in Zuid-Oost-Arabië (Aflaj) ontwikkeld in de loop van het eerste millennium v. Chr. De Assyriërs (9-7de eeuw v. Chr.) hebben in Noord-Mesopotamië aquaducten gebouwd. Vermits water niet altijd op natuurlijke wijze ter bevloeiing van velden kon aangevoerd worden, moesten technische ingrepen toegepast worden door middel van vernuftige uitvindingen. De shaduf, een balancerend instrument met een recipiënt voor water aan de ene zijde en een tegengewicht aan de andere zijde, bestond zeker reeds in het derde millennium; de Archimedesschroef is vastgesteld vanaf de 5de eeuw v. Chr., althans in Egypte, en het waterrad volgde slechts enkele eeuwen later.

Vaak worden de nomadische en semi-nomadische bevolkingsgroepen vergeten omdat er weinig over hun activiteiten vermeld wordt in de oude geschriften. Toch waren zij, net als de sedentairen, afhankelijk van water, niet alleen voor zichzelf maar evenzeer voor hun kudden. Uiteraard zullen zij een degelijke kennis gehad hebben van bronnen, plassen, kleine rivieren of wadi's die voor hen van levensbelang waren op hun migraties. De spreuk „spuw niet in de bron waaruit jezelf moet drinken”, zou wel eens aan hen zijn toe te schrijven.

Verder mogen we de economische rol van de zee niet vergeten. Niet alleen kon zij bevaren worden, maar het was een uitzonderlijke voedingsbron. Naast de sedentaire beschavingen die een beroep konden doen op al dan niet artificiële bevloeiing van de akkers en tuinen, waren er van oudsher bevolkingen gevestigd langs de kusten, die voor hun voeding hoofdzakelijk afhankelijk waren van wat de zee te bieden had, o.a. aan zeezoogdieren (b.v. dugong, walvissen), vis en een bondig assortiment van eetbare schelpdieren, vogels... Andere rijkdommen waren koraal of de hooggeprezen parels, die als handelswaar konden gebruikt worden.

Regenwater was en is in vele gebieden eveneens van primordiaal belang in de watervoorziening. Er werden tal van cisternes of spaarbekkens aangelegd of uitgehakt om het kostbare zoete water op te vangen en te stockeren. Regengoden namen tevens een belangrijke plaats in in het pantheon. De betekenis van regen in woestijnachtige regio's wordt mooi geïllustreerd door de regegebeden en -dansen die in Arabië nu zelfs via TV worden uitgezonden. Een paar goede regenbuien kunnen de woestijn in korte tijd omtoveren tot een groen landschap.

De kanalen, dijken en bronnen waren essentieel voor de handel. Vele kanalen konden bevaren worden en over land kon men de dijken als wegen gebruiken en volgen. Dit was zo in Egypte, maar hetzelfde kan gezegd worden van Mesopotamië. De inventiviteit van de mensen heeft aanleiding gegeven tot de ontwikkeling van talrijke types van vaartuigen, gemaakt van huiden, riet of hout en dikwijls ingesmeerd met bitumen dat vrij veel voorkomt in het Nabije Oosten.

De mogelijkheid van het bevaren van rivieren, kanalen, meren of zeeën is niet alleen van cruciale betekenis geweest voor culturele interactie en accultu-ratie, maar tevens voor uitwisseling van goederen. Volgens de bronnen zijn er zowel periodes geweest waarbij de volledige handel, vooral in vreemde goe-de-ren, onder controle stond van de koningen; in andere periodes speelde het privé-initiatief de voornaamste rol. Bij opgravingen kunnen duurzame goederen van vreemde herkomst meestal vrij gemakkelijk herkend worden, maar we kun-nen ons voorstellen dat de omvang en het belang van de lange-afstandshandel eigenlijk onderschat worden. Inderdaad, de meerderheid van de goederen zul-len van zogenaamde „onzichtbare aard” zijn, en daarmee bedoelen we granen, groenten, vlees en vis, textiel, oliën, wierook, hout... en dit zijn goederen die slechts in uitzonderlijke bewaringsomstandigheden aan het licht komen. Alleen archieven, en dan nog niet noodzakelijk, kunnen ons daarover inlichten. Luxe-goederen konden via allerlei wegen, zowel over land als over rivieren en de zee, vervoerd worden. Dit kan geïllustreerd worden met meerdere voorbeelden. Zo is de halfedelsteen *lapis lazuli* alleen te vinden in Bactrië, in Noord-Afgha-nistan, maar juwelen van de Egyptische farao's of andere edelen waren ervan voorzien. De Egyptenaren haalden het cederhout voor meubilair of voor b.v. de grote funeraire boten (Cheops) in Libanon. Goed bekend is de tocht per schip van koningin Hatschepsut (15de eeuw v. Chr.) naar het land Punt, ten zuiden van Egypte, vanwaar zij ivoor, wierook, apen en andere exotische goederen meebracht. De Akkadische koning Sargon (24ste eeuw v. Chr.) beroemt er zich op dat schepen uit Meluhha (Indusdal), Magan (Zuid-Oost-Arabië) en Dilmun (Noord-Oost-Arabië) aanlegden aan de kade van Agade.

Er bestaat dus niet de minste twijfel dat de Perzische Golf bevaren werd door zeewaardige schepen, waarvan er helaas tot nu toe geen enkel tot ons gekomen is. Intense handelsactiviteiten bestonden er evenzeer in de Middellandse Zee en enkele vroege wrakken geven een goed inzicht in oude zeevaarttechnieken en tonen een complex beeld van handel over lange afstand. De studie van bijvoor-beeld visbeenderen, gevonden tijdens opgravingen, toont aan dat er naast het vissen in kanalen en moerassen, ook een hoogzevisserij bestond.

Met een bevaarbaar kanaal dat gemakkelijke communicatie tussen de Middellandse Zee en de Rode Zee moest toelaten en dat als voorloper van het Suezkanaal moet gezien worden, werd op het einde van de 7de eeuw v. Chr. begonnen door Nechao II; het werd door Darius I, de Pers, op het einde van de 6de eeuw / begin 5de eeuw v. Chr. voltooid.

De rol van de lange-afstandshandel via de zee wordt duidelijk onderstreept in de 1ste eeuw na Chr. wanneer Egyptisch-Romeinse handelaren erin slagen het zorgvuldig bewaarde geheim van de moessonwinden te bemachtigen. Klassieke auteurs (Plinius en de anonieme auteur van de „*Periplus Maris Erythraei*”) leren ons dat westerse schepen er van dan af in slaagden om recht-streeks naar Indië te zeilen door de Indische Oceaan over te steken in plaats van de tijdrovende en door piraten gevaarlijk gemaakte kustvaart langs het

Arabische schiereiland te moeten ondernemen. Vanaf dan kon de reisduur ingekort worden en de exotische goederen, die voor een groot deel verantwoordelijk zullen zijn voor het latere bankroet van het Romeinse imperium, konden op regelmatige basis en rechtstreeks ingevoerd worden.

Rivieren en zeeën zijn steeds van militaire betekenis geweest. Bij de aanloop tot de eenmaking van Egypte op het einde van het vierde millennium v. Chr. zullen gevechten op het water een belangrijke rol hebben gespeeld, zoals door het beroemde Narmerpalet en andere voorwerpen wordt aangetoond. Ramses III heeft Egypte van de totale ondergang kunnen redden door zeeslagen tegen de opdringerige Zeevolken (ca. 1200 v. Chr.). Assyrische veroveraars werden dikwijls geconfronteerd met rivieren als hindernis, waar ze hun soldaten en zware uitrusting moesten overheen brengen. Zij hebben dit mooi getoond op talrijke vlakreliëfs in hun paleizen. Goed bekend zijn bovendien de zeegevechten tussen de Grieken en de Perzen, in het begin van de vijfde eeuw.

Dat het water zo'n enorme impact heeft gehad op oude samenlevingen, reflecteert zich in de kosmologie. In de Bijbel, in het boek Genesis, wordt water vanaf de eerste paragraaf vermeld.

Ook in de Mesopotamische literatuur en het scheppingsverhaal (*Enuma elish*) wordt water als een oerelement beschouwd en wordt een onderscheid gemaakt tussen het zoute en het zoete water. In het Gilgameshepos wordt het kruid dat het eeuwige leven kan schenken, maar de mens wordt onthouden, bewaard op de zeebodem. In het oud-Egyptische scheppingsverhaal waren de oerwateren van Nun een vormeloze massa vruchtbaarheid waaruit het universum ontstond.

Dat water niet alleen onontbeerlijk is en een scheppende kracht bezit is duidelijk, maar het destructieve karakter ervan is een gegeven waarmee eveneens ten volle moet worden rekening gehouden. Trouwens, het Zondvloedverhaal uit de Bijbel leert dat de vernietigende kracht van losgebarsten natuurgeweld kan aanleiding geven tot omvangrijke catastrofes. Is het Zondvloedverhaal bij ons door de Bijbel en de christianisatie bekend, dan ben ik ervan overtuigd dat het minder geweten is dat er ons in de oud-Mesopotamische literatuur een vrijwel identiek verhaal bewaard is gebleven. In het Bijbelse verhaal wordt Noah en zijn familie uitgekozen, wordt een ark gebouwd, waarop een veertig dagen durende overstroming volgt en vervolgens de boot strandt op de berg Ararat; langzaam trekt het water weg en de gelouterde mensheid kan opnieuw beginnen. In het Gilgameshepos (elfde zang) lezen we een vrijwel identiek verhaal. Een aantal goden wil de mensheid straffen door haar te vernietigen. Utanapish-tim, die toch door een god op de hoogte werd gebracht van dit voornemen, bouwt eveneens een boot waarin zijn familie en hele hebben en houden wordt ondergebracht. Dan komt de vloed die ophoudt na één week. Het schip is naar het noorden afgedreven, maar blijft steken op de berg Nisir. Vervolgens worden vogels uitgelaten en de laatste vogel, nl. een raaf, keert niet meer terug, waarmee aangetoond wordt dat langzaamaan het water aan het dalen gaat. Na

zeven dagen is het land weer droog. Vervolgens wordt Utanapishtim de onsterfelijkheid gegeven. Dit verhaal dat in Zuid-Mesopotamië is neergeschreven, toont duidelijk de angst aan van de mensen voor het verwoestende karakter van water. De oorsprong van dit verhaal moet gezien worden in het licht van de steeds weerkerende overstromingen die de alluviale vlakte konden teisteren. Men heeft inderdaad bij opgravingen in Zuid-Irak op verschillende sites steriele zandlagen vastgesteld die het resultaat zijn van catastrofale vloed. De datering van deze zandlagen verschillen naargelang de site en ze zijn te situeren tussen ca. 3 600 - 2 700 v. Chr. Wellicht moeten we in het Mesopotamische Zondvloedverhaal, waarnaar zeker het Bijbelse verhaal teruggaat, een herinnering zien aan occasioneel optredende verschuivingen in de rivierbeddingen of dijkbreuken als gevolg eventueel van aardbevingen of andere fenomenen. In alle geval, het geweld en de vernietigende kracht van water heeft zich diep gegrift in de menselijke herinnering als een te vrezen fenomeen, waarvoor alleen de goden kunnen verantwoordelijk zijn.

Dat water met het leven en met zuiveringsrituelen in verband kan gebracht worden blijkt opnieuw uit het Gilgameshepos. De held Gilgamesh gaat op zoek naar het eeuwige leven en de godendrank die hem dit moet bezorgen. Daarvoor moet hij een lange en gevaarlijke tocht ondernemen naar het eiland der zaligen. Hij moet de wateren des doods over. Niets mag in contact komen met dit water. Hij slaagt in zijn opzet, maar het eeuwige leven en de onsterfelijkheid zal hij niet krijgen. Wel mag hij baden in een bron die levenswater bevat en telkens men er in baadt voor een verjongingskuur zorgt.

Ook in de oud-Egyptische godsdienst speelt het water een essentiële rol. Zo moeten het godenbeeld en de altaren dagelijks gewassen worden met zuiver water door een priester die zichzelf tweemaal daags moet reinigen. In de onmiddellijke nabijheid van de Egyptische tempels werden heilige vijvers aangelegd, waarop niet alleen de godenboten konden varen, maar waaruit water kon gehaald worden voor de ritus. Bij andere tempels lagen waterputten naast de tempel. Door de jaarlijkse overstromingen van de Nijl werd aan het water ook de begrippen vruchtbaarheid en kracht meegegeven.

Bij de tempel voor de zonnegod Shamash, die we tussen 1987 en 1990 hebben opgegraven in Zuid-Oost-Arabië, bevond er zich eveneens een waterput, evenals een altaar met daarop een stenen bekken waarin het water misschien eerst geheiligd werd, alvorens het via een holte in de tempelmuur naar binnen werd gegoten.

Het religieuze aspect dat met water werd verbonden moet zeker evenzeer in het licht gezien worden van hygiëne. Het zich regelmatig wassen vóór het bidden is in vele godsdiensten een noodzaak. Hygiënische maatregelen werden zo via een godsdienstig omweg opgenomen in het maatschappelijk gebeuren. Het ritueel van het dopen (o.a. bij de Mandeëers in Zuid-Irak in het begin van onze jaartelling, in het Christendom) kan geïnterpreteerd worden als een zuivering. Ook in de Islam is zuiverheid van het grootste belang. Bij het gebed dat de

moslims dagelijks verplicht vijf maal moeten reciteren hoort het voorafgaandelijke wassen van aangezicht, handen en voorarmen en voeten. In alle moskeeën treffen we op de binnenkoer waterbekkens aan waar de gelovige de voorgeschreven verplichtingen kan naleven. In de Koran is trouwens vermeld dat mens en dier uit water zijn geschapen. Ter gelegenheid van de Mekkabedevaart zal de gelovige van de heilige Zemzembron drinken, zijn toekomstige lijkwade erin dompelen en zal hij zelfs van het water mee naar huis nemen. Vele elementen in de Islam zijn een voortzetting van pre-islamitische tradities.

Uiteraard zijn, naast de rituele reinheid, de zuiverheid van het lichaam en de persoonlijke hygiëne van groot belang in het dagelijkse leven. Reeds in het derde millennium (o.a. Ur in Z-Irak; Mohenjo-daro in Pakistan) stellen we vast dat in paleizen en huizen voor ons herkenbare badkamers werden gebouwd, met o.a. hurk- of zittoiletten, badkuipen van terracotta of brons, aflopen en afvoerbuizen. Deze hoge graad van beschaving is dus zeer vroeg tot stand gekomen. Dat er in de funeraire architectuur een connotatie bestond met water en zuiverheid blijkt uit het feit dat in meerdere periodes mensen werden bijgezet in badkuipen. Wellicht werden de doden gewassen voor de begrafenis, zoals meestal nog gebruikelijk is.

Naast het religieuze en utilitaire karakter van water moet toch nog het spannende en rustgevend aspect van deze vloeistof benadrukt worden. In vrijwel alle paleizen in het moslim Oosten spelen fontein en artificieel aangelegde tuinen met klaterende waterpartijen en beekjes een bijzondere rol in de ontspanning. Hoeveel liefdesverhalen hebben zich niet afgespeeld in deze tuinen en hoeveel schrijvers en dichters hebben daar geen inspiratie gevonden? Ook in het oude Nabije Oosten waren tuinen een belangrijk gegeven. Assyrische reliëfs tonen de vorst wandelend in zijn tuin waar paviljoenen stonden opgesteld. Hoe dikwijls heeft de Egyptenaar zich niet laten afbeelden op muurschilderijen in zijn graf, waar we hem zien verpozen op vijvers, in gezelschap van zijn echtgenote of jagend en vissend als tijdverdrijf? Het oudste voorbeeld van een fontein vinden we terug in het paleis van koning Zimrilim, te Mari (Syrië) (18de eeuw v. Chr.). In een zaal waar ontvangsten konden plaatsvinden, stond tegen de muur een beeld opgesteld van een godin die een vaas met opborrelend water in haar handen houdt. In het beeld is een holte aangebracht waardoor water via een bepaald systeem aan de voorzijde uit het beeld kon vloeien. Het water als teken van vruchtbaarheid en overvloed, zuiverheid, kristalheldere eerlijkheid en van het grootste belang voor de mens, toen en nu.

Als besluit zou ik kunnen zeggen dat het water onze grootste schat is die we hoe dan ook moeten koesteren en behoeden voor verdere menselijke ingrepen. Het water was belangrijk en essentieel voor zeer vele aspecten van de mens en zijn samenleving in het oude Nabije Oosten; het is fundamenteel voor onszelf en het zal zo blijven voor alle toekomstige generaties.

Water: wereldwijd en waardevol

L'eau: une valeur mondiale

Water: Worldwide and Worthwhile

Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen

Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer

United Nations Brussels

pp. 139-161 (1998)

Water en transport langs het water als elementen van duurzame economische ontwikkeling

door

Honoré PAELINCK*

TREFWOORDEN. — Water; Transport; Economische Ontwikkeling.

SAMENVATTING. — Behalve het belang van water voor het leven zelf, is water eveneens een basisfactor voor het ondersteunen van ontwikkeling. Zee- en binnenvaarttransport vertegenwoordigen elk complementaire elementen die grootvolumevervoer toelaten op de minst schadelijke manier vergeleken met de lucht, het spoor of de weg. De ontwikkeling van de wereldhandel gedurende de laatste decennia zou niet mogelijk zijn geweest indien het transport ter zee niet was gemoderniseerd op een manier die de enorme volumegroei aankon. Nieuwe technieken zijn nog steeds in het stadium van optimalisatie om snelheid en economische transportvoorwaarden aan te passen. In een hoog ontwikkelde omgeving bestond binnenvaart reeds sinds eeuwen. Enkel de laatste jaren worden opnieuw hogere tonnenmaten vervoerd na een lange periode van dalende volumes. Opnieuw: modernisatie, nieuwe technologieën en schaalvergroting vormen meer aantrekkelijke voorwaarden voor de gebruiker. In sommige ontwikkelingslanden echter had de ontwikkeling van zowel zeevaart als binnenvaart niet steeds het verhoopte succes. In andere ontmoetten initiatieven van de overheid om binnenvaart te promoveren onverwachte problemen die meestal hun oorsprong vonden in het gebrek aan kennis van de operaties zelf of van het gebruik van het nieuwe systeem. Topografisch onderzoek, technologische vooruitgang, politiek begrip, sociale aanpassingen zijn alle ingrediënten die kunnen helpen een visie te ontwikkelen waarbij een betere en duurzame omgeving voor de toekomst wordt geschapen.

* Lid van de Academie; afgevaardigd beheerder „Port & Transport Consulting”, Hof van Delftlaan 40, B-2180 Antwerpen (België).

MOTS-CLES. — Eau; Transport; Développement économique.

RESUME. — *Eau et transport par eau: éléments d'un développement économique durable.* — Outre son importance dans la vie même, l'eau constitue également un facteur essentiel en tant que moyen d'aide au développement. Tant la navigation maritime que fluviale représentent des éléments complémentaires permettant un volume de transport considérable de façon la moins néfaste possible pour l'environnement par rapport au transport aérien, ferroviaire ou routier. L'essor du commerce mondial durant les dernières décennies n'aurait pu se produire sans une modernisation du transport maritime capable d'absorber la nouvelle croissance de volume. De nouvelles techniques sont encore en voie d'optimisation afin d'accroître la vitesse et les conditions de transport économique. Dans un environnement ayant atteint un haut degré de développement, la navigation fluviale existait déjà depuis des siècles. Ces dernières années, on a de nouveau assisté, après une période de déclin, au transport de plus gros tonnages. De nouveau, la modernisation, les nouvelles technologies et des économies d'échelle créent des conditions plus attrayantes pour l'utilisateur. Néanmoins, dans certains pays en développement, l'expansion du transport par eau, qu'il soit maritime ou fluvial, n'a pas toujours eu le succès escompté. Dans d'autres pays, les initiatives gouvernementales pour promouvoir le transport fluvial se sont heurtées à des difficultés inattendues, découlant principalement du manque d'aptitude à mettre en œuvre ou utiliser au mieux ce nouveau système. Les recherches topographiques, les progrès technologiques, la compréhension politique, des adaptations sociales sont autant d'ingrédients susceptibles de concourir au développement d'une vision selon laquelle le transport par eau contribuera à créer un meilleur environnement durable pour l'avenir.

KEYWORDS. — Water; Transport; Economic Development.

SUMMARY. — *Water and Transport by Water as Elements of Sustainable Economic Development.* — Apart from its importance in life itself, water also represents a basic factor as a means of supporting development. Sea and inland transport represent each complementary elements allowing large volume transport in a way that is least harmful to the environment in comparison with air, rail or road. The development of global trade over the last decades would not have been possible had not sea transportation been modernised in a way to be able to absorb the new volume offer. New techniques are still in the process of optimisation improving further speed and economic transport conditions. In a highly developed environment inland water transport has existed for centuries. For the last few years higher tonnages have again been transported after a period of decline. Again modernisation, new technologies and economies of scale create a more attractive methodology for the user. In some developing countries though, the use of water transport, either by sea or as inland transport, has not always been so successful. In others, government plans to improve inland water transport systems encountered unexpected problems,

mostly originating in lack of knowledge on how to operate or make the best use of the new system. Topographic research, technological progress, political understanding, social adaptations, are all ingredients that may help develop a vision whereby water transport will assist in creating a better and sustainable environment for the future.

1. Inleiding

Behalve het belang van water voor het leven zelf, is water eveneens een basisfactor voor ontwikkeling. Zee- en binnenvaart vertegenwoordigen elk complementaire elementen die grootvolumevervoer toelaten op de minst schadelijke manier in vergelijking met de lucht, het spoor of de weg. De ontwikkeling van de wereldhandel gedurende de laatste decennia zou niet mogelijk zijn geweest indien transport, en dan vooral transport langs het water, niet was gemoderniseerd op een manier die de enorme groei aankon. Nieuwe technieken zijn nog steeds in het stadium van voortdurende optimalisatie om snelheid en economische transportvoorwaarden aan te passen aan de laatste vereisten van industrie en handel.

De volgende gegevens zijn een korte en onvolledige opsomming van verwante elementen die een voornamelijk rol spelen in transport en in de ontwikkeling van de wereldeconomie.

2. Macro-economische vergelijkingen

2.1. WERELDBEVOLKING EN ZEEVERVOER

Een vergelijking van de groei van de wereldbevolking met de transportvolumes over zee geeft een duidelijke en rechtstreekse relatie aan (zie tab. 1, 2; fig. 1, 2).

Een zeer belangrijk feit is de enorme stijging over de laatste decennia, met een verdubbeling van de wereldbevolking over de laatste veertig jaar en een bijna vertienvoudiging van het volume zeetransport in diezelfde periode.

Wel onderscheidt men grote verschillen per regio (tabel 3), verschillen die ook inzake kostprijs van transport een belangrijke rol spelen (zie ook verder).

De vooruitzichten voor de komende vijftig jaar (tabel 4) geven nogmaals een mogelijke stijging aan van meer dan 50 % (tot 9,4 miljard), op voorwaarde dat de gemiddelde fertiliteit van twee kinderen per vrouw stabiliseert. Bij een hogere fertiliteit, van 2,5 tot 2,6 gemiddeld, zou de totale bevolking stijgen tot ongeveer 27 miljard in het jaar 2150. Bij een „lage” fertiliteit, van 1,35 tot 1,6 per vrouw, wordt dit cijfer „slechts” 7,7 miljard.

Tabel 1

Wereldbevolking (miljoen)

Jaar	Aantal
1800	833
1900	1 550
1920	1 707
1930	2 250
1940	2 400
1950	2 497
1960	2 985
1970	3 610
1980	4 300
1990	5 200
2000	6 267

Tabel 2

Wereldtrafiek op zee (miljoen ton)

Jaar	Aantal
1800	
1900	
1920	
1930	470
1940	500
1950	550
1960	1 000
1970	2 600
1980	3 200
1990	3 977
1997	5 074

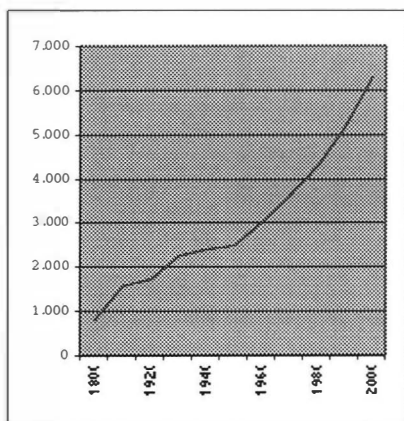


Fig. 1. — Wereldbevolking (miljoen).

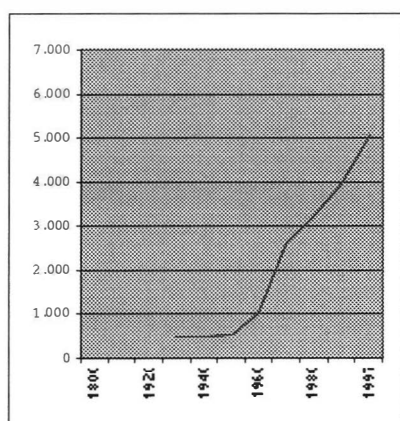


Fig. 2. — Wereldtrafiek op zee (miljoen ton).

Tabel 3

Wereldbevolking: stijging per kwarteeuw (in %)

	Wereld	Afrika	Noord-Amerika	Latijns-Amerika	Azië	Europa	Oceanië
1900-1925	23	22	56	57	19	19	57
1925-1950	31	35	33	65	35	14	36
1950-1975	53	52	43	86	60	31	59
1975-2000	64	71	30	95	75	26	40

Bron: Encyclopedia Britannica.

Tabel 4

Wereldbevolking (in miljoen): voorziening tot 2050 per regio

	Wereld	Azië Ander	Afrika	India	China	Latijns- Amerika	Europa	Noord- Amerika
1995	5 800	1 300	750	1 000	1 250	500	700	300
2050	9 400	2 400	2 000	1 600	1 500	850	650	400

Bron: Economist Magazine / UN.

Ook de waarden van export en import (tabel 5) in de wereld zijn op spectaculaire manier gestegen. De laatste veertig jaar zijn deze waarden zelfs vermenigvuldigd met 50.

Tabel 5

Waarde van export en import (in miljard \$)

	1950	1960	1970	1980	1985	1990	1995
							est.
Wereld	61,0	129	315	1 999	1 930	3 300	5 000
Geïndustrialiseerde markteconomieën	37,0	85	224	1 252	1 272	2 300	3 800
Ontwikkelingslanden	19,0	28	58	574	458	750	900
Oost-Europese landen	4,0	13	31	153	170	200	200
Socialistische landen in Azië	0,8	3	3	20	30	50	100

Bron: UNCTAD.

In elk geval zal het vervoer in de wereld zich nog gedurende vele jaren moeten aanpassen om de verwachte belangrijke stijgingsvolumes aan te kunnen.

2.2. ZEEVERVOER PER CATEGORIE PRODUCTEN

De enorme volumes die worden vervoerd in de wereld, en behandeld in de havens, hebben de gevolgen ondergaan van de twee petroleumcrises, met inzinkingen in de jaren zeventig en tachtig (zie bijlagen 1, 2 en 3).

Zware olie is als gevolg daarvan fel in volume afgenomen en werd voor een deel vervangen door geraffineerde producten of door pijpleidingen en het gebruik van aardgas.

Opvallend is wel dat een stijging in het aantal ton-mijlen wordt waargenomen, meestal als gevolg van het gebruik van zeer grote tankers, *Very Large Crude Carriers* (VLCC), of *Ultra Large Crude Carriers* (ULCC). Deze schepen, met een capaciteit tussen de 250 000 en de 500 000 ton laadvermogen, de zgn. *Cape-size*, varen omheen Kaap de Goede Hoop omdat hun grote volume een compensatie vormt voor de kortere afstand maar hoge kanaalkosten voor geladen schepen, door het Suezkanaal.

Droge bulk, vooral ijzererts en kolen, na een periode van continue stijging, blijft nu ongeveer op hetzelfde totaalvolume. De tendens voor ijzererts is eerder in dalende lijn, maar dit wordt gecompenseerd door een lichte verhoging van kolen.

Ook granen blijven reeds vele jaren rond hetzelfde totaalvolume hangen.

De meest spectaculaire groei is te vinden in het containervervoer, deels door de groei van het volume te vervoeren goederen zelf, deels door de omschakeling van stukgoed, in kisten en balen, naar containers.

2.3. EVOLUTIE VAN SCHEPEN

2.3.1. Afmetingen

Naargelang de volumes toenamen werden ook de schepen steeds groter.

De vooruitzichten voor groei waren zeer optimistisch voor tankers (tabel 6) vóór de eerste oliecrisis in de jaren '70. Grote aantallen enorme schepen werden gebouwd, tot meer dan 500 000 ton draagvermogen (er werden zelfs plannen gemaakt voor schepen van 1 000 000 ton, maar dit werd nooit gerealiseerd). Omwille van de crisis werden veel van deze schepen na afbouw opgelegd en zelfs weer verschroot, zonder ooit lading te hebben vervoerd.

De bouw van tankers met dergelijke afmetingen werd mogelijk gemaakt door de technologische mogelijkheid deze te laden op grote afstand van de kust via onderwaterpijpleidingen tot aan een boei van waaruit werd geladen of gelost (door middel van de zgn. *Single Buoy Mooring* — SBM). Zij hoefden op deze manier niet met geladen diepgang in havens binnen te komen (de diepgang overschrijdt 40 m).

Droge-bulkschepen werden eveneens groter maar de beperkingen opgelegd door de verplichting om wel aan de kade te komen om geladen of gelost te worden beperkte de afmetingen tot maximaal 300 000 ton en dan nog voor een welbepaalde route tussen havens met zeer grote diepgang.

Ook stukgoedschepen werden groter maar overschreden eigenlijk zelden een draagvermogen van 50 000 ton. Wel werden deze schepen meer en meer uitgerust met betere apparatuur om zelf te lossen en werden de klassieke laadbomen vervangen door kranen met grotere capaciteit.

De snelheid van al deze schepen varieert van 12 knopen (1 852 m = een knoop) als economische vaart tot ongeveer 18 knopen.

Vanaf het eind van de jaren zeventig werden containerschepen steeds groter om op het ogenblik een capaciteit te halen, uitgedrukt in twintigvoeteenheden (*Twenty Foot Equivalent Unit* = TEU), van meer dan 6 700 TEU.

De moderne containerschepen hebben nu een normale operationele snelheid van 24 knopen.

Tabel 6

Omvang van schepen

	Tankers tonnenmaat in '000 t	Droge bulk tonnenmaat in '000 t	Stukgoed tonnenmaat in '000 t	Containers in TEU
1930	3 tot 6	2 tot 7	1 tot 6	-
1940	6 tot 10	6 tot 8	1 tot 10	-
1960	10 tot 35	10 tot 60	10 tot 30	-
1970	10 tot 250	10 tot 60	11 tot 50	1 500
1980	10 tot 500	10 tot 300	10 tot 50	3 000
1998	10 tot 500	11 tot 300	11 tot 50	6 700

Bron: eigen verwerking.

2.3.2. De voortstuwing en de vorm van schepen

De steeds grotere afmetingen vergden grotere stuwkracht. Stoomturbines hadden reeds lang de eenvoudige stoomschepen met Schotse — of Babcock-Wilcox — ketels vervangen. Het olieverbbruik van dergelijke machines was in verhouding te hoog in vergelijking met de steeds efficiëntere dieselmotoren met grote aantallen KW. Grotere snelheden werden behaald met minder olie, wat ook milieutechnisch een voordeel betekende.

Andere verbeteringen in de vormgeving van de romp en zelfs in de soort verf („zelf gladschurende verf” ook genoemd „*peinture autolissante*”) die op het onderwatergedeelte werd aangebracht hielpen snelheid verhogen en olieverbbruik verminderen.

2.4. TOTAALKOST VAN VRACHT (tabel 7)

Verhoogde volumes, minder olieverbbruik, minder bemanning aan boord van steeds meer geautomatiseerde schepen hadden een duidelijke kostenverlaging van vervoer over zee tot gevolg. Daardoor konden meer producten met lage waarde over grotere afstanden worden vervoerd en kregen ook de nieuwe landen in ontwikkeling een betere kans hun producten uit te voeren.

Een analyse van de kostprijs van vracht in percenten van de importwaarde van goederen levert zeer interessante resultaten op.

Tabel 7

Vrachtkosten in de wereldhandel per groep landen (in % van importwaarde)

	Wereld	Industrie- landen	Ontwikkelings- landen	Afrika	Amerika	Ontwikkelingslanden in		
						Azië	Europa	Oceanië
1970	7,75	7,26	10,04	10,88	10,48	9,30		10,21
1980	6,64	5,49	10,44	13,42	8,85	10,41	8,23	12,84
1985	5,72	4,81	9,17	11,03	8,46	8,91	8,31	12,30
1989	5,29	4,42	9,05	11,22	8,54	8,35	8,95	12,30
1990	5,22	4,40	8,60	11,05	8,17	8,19	8,96	12,26
1991	5,24	4,35	8,48	11,10	8,08	8,12	8,99	12,26
1992	5,37	4,33	8,52	11,12	8,37	8,18	8,43	12,16
1993	5,44	4,33	8,33	11,06	7,98	8,05	8,54	12,23
1994	5,40	4,29	8,25	11,05	7,95	7,97	8,53	12,24
1995	5,72	4,20	8,30	11,44	7,89	8,03	8,45	12,39

Bron: UNCTAD/IMF.

In het totaal is in de wereld de kost van de vracht gedaald van 7,75 % van de importwaarde in 1970 naar 5,72 % in 1995: een daling van meer dan 26 %.

Voor geïndustrialiseerde landen is het verschil nog groter, nl. 42,15 % vermindering.

In vergelijking is het voordeel voor ontwikkelingslanden in het algemeen slechts 17,34 % met zeer grote verschillen voor ontwikkelingslanden in de verschillende continenten.

Zo ondergaat Afrika zelfs een verhoging van 9,16 % en Oceanië zelfs van 21,35 %.

Ergens zal wel een en ander zijn fout gegaan in de benadering van het transportprobleem in deze gebieden.

In het geheel is het dus wel zo dat de toename van het volume te vervoeren goederen en de aanpassing van de vervoerssystemen aan deze grote getallen (door grotere snelheid en lagere kost) een voordelige invloed hebben gehad op de ontwikkeling van de wereldhandel.

3. De aanpassing van de havens

3.1. DE GROEI IN VOLUME

De stijging van goederentrafiek voor alle soorten goederen heeft de laatste decennia enorme investeringen gevestigd zowel in infrastructuur, in behandelingsmethoden als in havenpolitiek denken om het hoofd te kunnen bieden aan de druk van de steeds maar groter wordende volumes.

Met de vergelijkende cijfers in de tabel voor Europese havens (tabel 8) als voorbeeld, wordt aangegeven hoe groot de soms ongelooflijke groei in behandelde tonnenmaat in havens in de wereld is geweest.

Tabel 8

Goederentrafiek in Europese havens (miljoen ton)

	1913	1928	1938	1948	1951	1960	1970	1980	1990	1996	1997
Rotterdam	9,1	16,3	42,2	15,8	36,8		219,0	273,0	287,7	292,2	310,0
Antwerpen	12,0	20,3	23,6	21,1	29,2		81,0	80,0	93,9	106,5	111,9
Marseille	8,1	11,4	9,9	9,2	16,1				90,3		
Hamburg	13,0	19,3	25,7	7,9	14,2		47,0	62,4	56,7	71,5	
Le Havre	3,5	6,2	8,8	8,9	13,1		58,0	77,4	54,0	56,6	
London	10,0	14,7	42,1	38,5	48,3				58,1		
Genua	7,1	4,6	6,9	6,3	7,7				43,2		
Duinkerken	1,5	3,7	4,2	2,6	5,7		25,4	41,1	36,6	35,0	
Bremerhaven	3,5	3,3	6,2	6,1	7,2		23,4	26,9	27,2	31,6	
Amsterdam	7,1	3,7	5,7	4,4	6,3				30,9	54,6	56,5
Venetië	1,1	1,2	4,2	2,7	4,1				23,6		
Liverpool	9,7	10,0	11,6	14,4	14,9				23,2		
Kopenhagen	3,6	10,0	6,5	6,3	8,0				6,0		
Glasgow	3,4	3,7	6,6	5,9	5,8				8,9		
Bordeaux	2,2	3,7	4,1	3,0	4,2				9,6		

Bron: Eigen opzoeking.

Tussen 1951 en 1997 groeide Rotterdam met 742,4 %, Antwerpen met 283,2 %, Hamburg met 403,5 %.

Voor Rotterdam komt de groei voor het grootste deel uit de verwerking en opslag van ruwe oliën, olieproducten en droge-bulkgoederen, waarbij de toegankelijkheid van Rotterdam voor schepen met grote diepgang zeker in het voordeel speelde voor grote tankers en *bulk carriers*.

Antwerpen koos meer de weg van specialisatie in stukgoederen en in industriële ontwikkeling van de haven voor chemie en automontage. De resultaten in toegevoegde waarde zijn zeker in het voordeel van Antwerpen uitgevallen.

De groei inzake containers ligt echter het meest aan de basis van de ontwikkeling van het vervoer van stukgoed en manufacturen (zie bijlage 3a).

3.2. DE AANPASSING VAN BEHANDELINGSTECHNIEKEN EN VAN MATERIAAL

Deze grotere volumes vereisten niet alleen een verbeterde infrastructuur maar ook qua technisch materiaal en methodiek werden belangrijke veranderingen en nieuwe uitvindingen ingevoerd.

Voor vloeibare stoffen werden bijna steeds dezelfde pompsystemen gebruikt waarbij de capaciteit steeds verder werd opgevoerd en veiligheidsaspecten verbeterd.

Droge-bulklading als erts en kolen werden met grijpers van steeds grotere dimensie en zwaardere kranen behandeld.

Voor granen werd de capaciteit van graanzuigers opgevoerd en werden ook nieuwe methoden van continue ketens (een andere vorm van de schroef van Archimedes) ingevoerd.

Voor goederen verpakt in zakken werden in de meer geïndustrialiseerde havens transportbanden ingevoerd die tot in het ruim zelf de zakken bijna automatisch op de gewenste plaats brachten.

Maar het grote onderscheid werd gemaakt in de behandeling van stukgoed.

Sinds het midden van de jaren '60 werd een strijd gevoerd voor de invoering van snellere en meer efficiënte systemen voor kisten, dozen, vaten, balen en werd eerst de pallet, daarna de container naar voren geschoven. Voor pallets was er vooreerst een zekere voorkeur gezien de aanpassing van het bestaande behandelingsmateriaal als kranen en vorktrucks weinig extra investeringen vergde. Al snel kwam men tot de conclusie dat de productiviteitsverbetering via pallets op schepen onvoldoende zou blijken en kreeg de container meer kans.

Sedertdien, en vooral vanaf het eind van de jaren '60, werden, voornamelijk in geïndustrialiseerde landen, nieuwe, grotere kraantypes, de *Container Gantry Cranes-CGC* en ander materiaal aan land ingevoerd als *Straddle carriers-SC*, *Rubber Tired Gantries-RTG*, *Rail Mounted Gantries-RMG*.

In functie van de beschikbaarheid van oppervlakte en naargelang de noodzakelijke selectiviteit van containers werd verschillend materiaal gebruikt. Voor grote selectiviteit werd de *straddle carrier* verkozen, voor hogere stapeldensiteit (vaak bij gebrek aan beschikbare ruimte) werd de RTG of RMG gebruikt.

3.3. DE PRODUCTIVITEIT

De nieuwe materialen maakten een verbeterde behandelingssnelheid mogelijk en vooral in bulkgoederen werd enorme vooruitgang geboekt op het vlak van snelheid van afhandeling.

Voor containers bleek inderdaad zeer snel dat de productiviteit van elke meter kaaimuur enorm verbeterde, maar dat dit niet noodzakelijk het geval was per vierkante meter beschikbare stapelplaats. Het resultaat is een steeds grotere nood aan oppervlakte tegenover een ondermaats gebruikte kaaibezetting (containerkaaien in Europa halen zelden 30 % kaaibezetting).

In vergelijking met een stukgoedkaai waar 1 000 tot 3 000 ton stukgoed werden behandeld in 24 uur, haalt een containerkaai nu gemakkelijk het vijfvoudige en zelfs veel meer.

Een containerkraan behandelt gemiddeld minimaal 25 containers per uur (tot 40 en meer per uur in sommige havens). Tegen een doorsnee gewicht van 10 ton per container is dat 250 tot 400 ton per uur per kraan. In bepaalde havens gebruikt men 5 tot 7 kranen tegelijk op één schip. Zelfs met slechts drie kranen is dat dus minimaal 750 ton per uur. In 22 uur effectieve werktijd geeft dit een totale capaciteit van minimaal 16 500 ton.

De grote problemen ontstaan nu echter in de aan- en afvoer van dergelijke volumes uit en naar de havens wanneer binnen dergelijk korte periode die grote volumes worden verzet. Bereikbaarheid van zeehavens vormt dan ook HET probleem vandaag.

3.4. DE RENTABILITEIT

Door de grote investeringen nodig om het hoofd te bieden aan al dit nieuws werden zware financiële inspanningen vereist van zowel publieke als private sector. Daar waar rentabiliteit niet noodzakelijk een eerste bekommernis is van de publieke sector, is dit niet het geval voor de private kant.

Komt daar nog bovenop dat door de grote groei van scheepsvolumes, vooral dan in de containervvaart, een overcapaciteit is ontstaan waardoor de vrachtprijzen abnormaal laag zijn geworden. Dit is zeker slechts van tijdelijke aard want de voorziene groei van de vrachtvolumes is zodanig groot dat reeds binnen enkele jaren een tekort dreigt te ontstaan op bepaalde routes en dit ondanks de huidige Aziatische crisis.

Door de lage vrachten komen echter alle onderdelen van de transportketen onder druk, waardoor ook de havens delen in de stukken die worden gemaakt.

3.5. HAVENPOLITIEK

Als gevolg van de grote veranderingen en de druk langs vele zijden, zullen havens ook op het vlak van politiek aanpassingen dienen te doen om aan de ene kant verspilling te vermijden en aan de andere kant in samenwerking met de private sector nieuwe technieken te ontwikkelen die hun rentabiliteit ook op lange termijn kunnen garanderen.

4. De uitbreiding van havens en de invloed op woonkernen

Meer in geïndustrialiseerde landen dan in ontwikkelingslanden is de uitbreiding van havens op verschillende vlakken een probleem geworden. Niet alleen op milieugebied maar ook als invloed op de inwoners.

Er is nooit een oplossing die iedereen tegelijk zal tevreden stellen maar de noodzaak van aanpassing aan de druk van ontwikkeling zou toch door iedereen moeten begrepen kunnen worden.

De komende decennia zal nog meer druk worden uitgeoefend om veranderingen aan te brengen, om ruimte te creëren voor industrie en haven. Hopelijk is er voldoende *goodwill* aan alle kanten om te erkennen dat, wil men de evolutie van de wereldeconomie bijhouden, men continu inspanningen dient te leveren en concessies dient te doen, zowel van milieutechnische, financiële als menselijke aard, om niet zeer snel achterop te raken in het snel voorttrekkende peleton van de vooruitgang.

In bijlage een schets van de ruimten ingenomen door havens en omgeving (stadscentra, bebouwde terreinen en havenareaal) van enkele plaatsen in Europa (zie bijlage 4).

5. Aanpassing van het achterland als gevolg van aanvoer langs de havens

Door de groei van de havens is het ook noodzakelijk de verbindingen met het achterland te verbeteren waardoor ontwikkeling ook in het binnenland sneller wordt doorgevoerd.

In bijlage, als voorbeeld (zie bijlagen 5, 6 en 7), een schema van de evolutie en de uitbouw van de achterlandverbindingen vanuit de havens van Peru.

Hieruit blijkt duidelijk dat de verbeterde verbindingen met het achterland het mogelijk maken dat de ontwikkeling van het land, via betere communicatiewegen, sneller en efficiënter gebeurt en aldus een groter deel van de bevolking doet delen in de ontwikkelingsdrang die door het havengebeuren wordt aangegeven.

6. Binnenvaart in de wereld

Met het risico van onvolledigheid wordt getracht een opsomming te maken van de voornaamste gebieden waar, door middel van de binnenvaart, verafgelegen en uitgestrekte contreien worden bereikt.

Afrika

Nijl: 6 600 km, Congostroom: 4 000 km, Niger: 4 160 km, Zambezi: 2 700 km.

Azië

Brahmaputra: 2 900 km, Yangtze: 5 750 km, Gele Rivier: 4 640 km, Indus: 2 900 km.

Europa

Ob: 5 550 km, Lena: 4 600 km, Amur-Kerulen: 4 100 km, Yenisei: 4 000 km, Volga: 3 700 km, Donau: 2 850 km, Rijn: 1 225 km, Schelde: 430 km.

Noord-Amerika

Mackenzie: 4 200 km, Mississippi-Missouri: 6 180 km, St-Lawrence: 3 040 km.

Zuid-Amerika

Amazone: 6 264 km, Rio de la Plata (syst): 3 760 km, Orinoco: 2 050 km.

Sommige van deze rivieren en stromen lopen langsheen onontgonnen gebieden; andere hebben een aanduiding van een aantal kilometer van de stroom of rivier zelf maar hun stroomgebied omvat ook nog een aantal bijrivieren waardoor de reikwijdte wordt vermenigvuldigd.

Zo bevat de vroegere Sovjetunie een totaal van meer dan 100 000 km bevaarbare binnenwateren en heeft Congo meer dan 10 000 km binnenwateren waarop goederen worden vervoerd.

Rivieren en stromen zijn sinds mensengeheugen de eerste en meest gemakkelijke ingangswegen geweest, lang vóór er sprake was van voor groot vervoer aangelegde wegen of spoorwegen. Ontwikkeling is dus vaak langs deze weg het eerst gegaan.

Nochtans constateert men dat zowel in ontwikkelingslanden als in geïndustrialiseerde landen, een langzame aftakeling is waargenomen van de over binnenwateren vervoerde tonnages (tab. 9, fig. 3).

In Congo is de oorzaak te zoeken op een ander vlak dan het zuiver technische. Maar ook in West-Europa, ondanks de verbeterde technologie en schaalvergroting, werd een constante daling gezien. De laatste twee jaar lijkt er nochtans een kentering te komen en krijgt vooral het containervervoer een enorme stijging te verwerken. Dit is deels het gevolg van de volumetoename maar meer nog van de verslechtering van de mobiliteit langsheen de autowegen. De zowel horizontaal als verticaal geïntegreerde vervoersorganisaties trachten zoveel mogelijk grote aantallen containers in blok te vervoeren per binnenschip of per trein.

Een ander fenomeen dat werd waargenomen is het duidelijk gebrek aan binnenvaart in India. Een poging tot introductie werd tenietgedaan door enerzijds de te hoge instapdrempel van nieuwe of zelfs occasieschepen, anderzijds door het feit dat een zeer groot aantal mensen een verdienste halen uit het vervoer langs de weg met prachtig versierde kleine vrachtwagens. Hiermee worden ook producten als meststof vervoerd over lange afstand, een product dat nochtans ideaal is voor binnenvaart omwille van de lage kostprijs zowel van het product als van vervoer over water. Grotere volumes in één keer per binnenschip zou een te groot aantal kleine vervoerders zonder werk zetten.

Tabel 9

Binnenvaart (in TEU)

	Antwerpen	% groei	Rotterdam	% groei
1985	128 700		225 000	
1986	157 300	22,22	397 000	76,44
1987			411 000	3,53
1988			564 000	37,23
1989			647 000	14,72
1990	293 000	86,27	670 000	3,55
1991	393 000	34,13	739 000	10,30
1992	457 000	16,29	868 000	17,46
1993	531 000	16,19	923 000	6,34
1994	644 000	21,28	997 000	8,02
1995	675 000	4,81	1 100 000	10,33
1996	820 000	21,48	1 200 000	9,09
1997	1 011 000	23,29	n.a.	

Bron: Binnenvaart/RUCA – onderzoekscel vervoer.

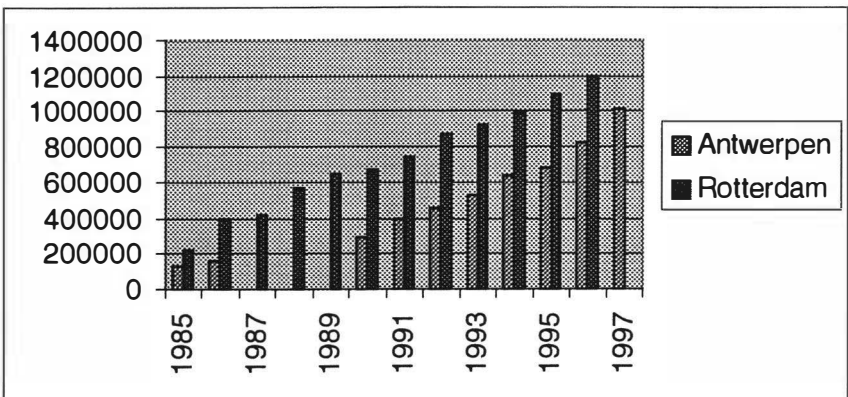


Fig. 3. — Binnenvaart in TEU.

7. Milieu en vervoer te water

Bij een vergelijking van de emissiefactoren (tabel 10) van de verschillende vervoersmodi is duidelijk dat het grootste voordeel bij het vervoer te water ligt. De verbetering van de rentabiliteit van dieselmotoren heeft bovendien veel meer effect bij de grotere PK's, wat het onderscheid nog groter maakt.

Tabel 10

Emissiefactoren in gr/tonkm

	CO	KW	(Nox) ₂	Aerosolen	SO ₂
Vrachtwagen	0,35	0,27	0,94	0,150	0,06
Trein	0,00	0,00	0,07	0,002	0,06
Binnenvaart:					
nationaal	0,11	0,04	0,25	0,018	0,03
internationaal	0,10	0,04	0,23	0,016	0,03
Zeevaart	0,08	0,03	0,21	0,016	0,03

Bron: Technische Universiteit Delft.

8. Besluit

Uit het vorige blijkt dat, in het algemeen, vervoer is toegenomen in een exponentiële verhouding met de bevolkingsaan groei in de wereld.

Internationale handel is toegenomen als gevolg van verbeterde internationale financiële middelen.

Vervoer, zowel over land als over zee, is toegenomen als gevolg van het verbeterde transportinstrumentarium dat werd ontwikkeld.

Ontwikkeling werd gestimuleerd door de verlaagde kosten van het vervoer.

Maar de grote volumes die de groei van de handel tussen landen met zich bracht, hadden nooit kunnen verwerkt worden indien het vervoer over water en de aanpassing van de havens niet op een efficiënte manier was gebeurd. Toegegeven, er zou ontwikkeling zijn geweest, maar niet in de mate zoals we die de laatste veertig jaar hebben gekend.

Nieuwe technologische ontwikkelingen zullen zeker in de toekomst nog beter en sneller vervoer mogelijk maken, maar vervoer langs het water zal steeds het eerste middel blijven om grote hoeveelheden over lange afstand goedkoop te vervoeren.

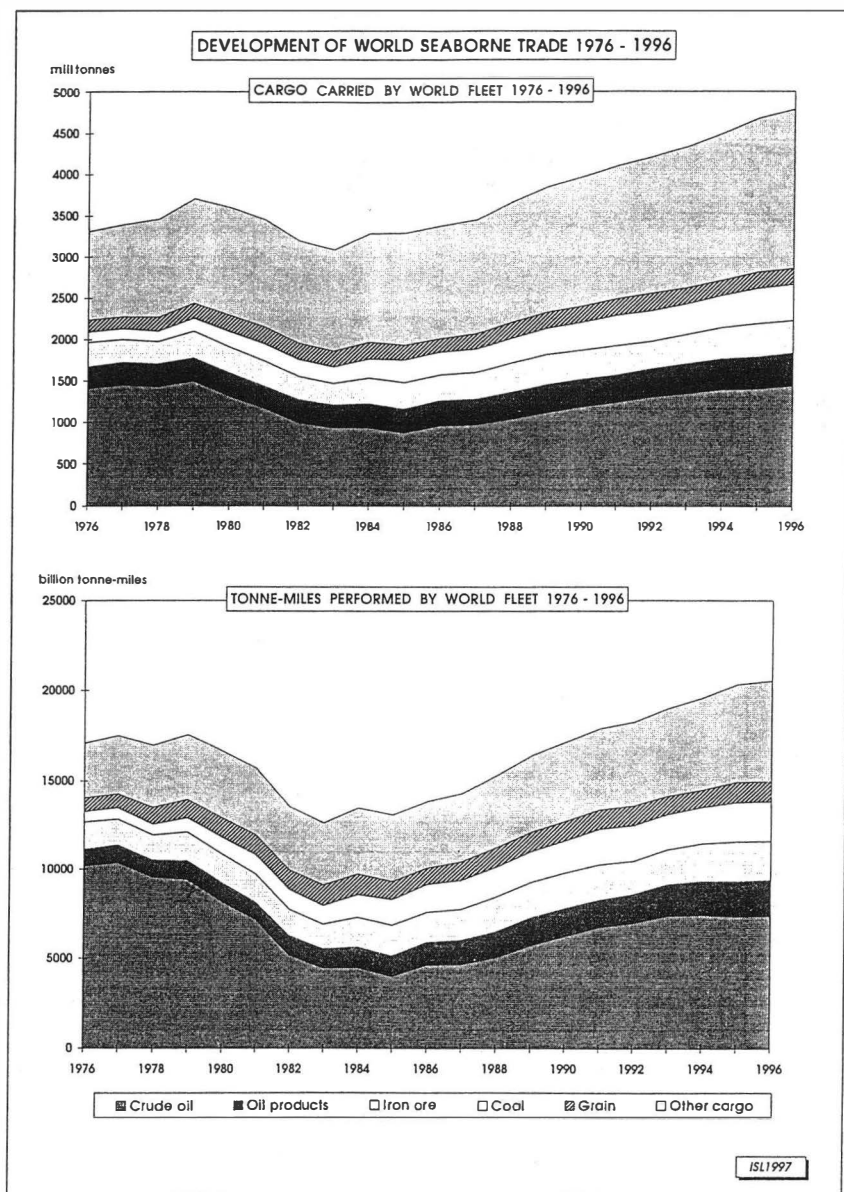
BIBLIOGRAFIE

- BAUDEZ, L. 1993. La mesure de la productivité portuaire. — *Revue Transports*, **301**: 10.
CARMON, Y. 1980. Ports around the World. — Crown Publishers, New York, 310 pp.
Economist Magazine, 14 maart 1998.
Evolutie van het Containerverkeer, Havenbedrijf Antwerpen, 1998.
HOYLE, B.S. & HILLING, D. 1984. Seaport Systems and Spatial Change: technology, industry and development strategies (University of Southampton) (Redford College, University of London), pp. 1-19.

- Institute of Shipping Economics and Logistics, Shipping Statistics 1997.
- International Monetary Fund (IMF) 1997. Trade Statistics and Forecasts.
- KENNEDY, P. 1987. The Rise and Fall of the Great Powers. — Random House, New York.
- KORMOSS, I.B.F. 1995. Geopolitical Changes in Sea Traffic. — Ports for Europe, Working Group 1: Future Trade and Traffic, 18 blz.
- Major European Container terminals, Structure and Performances, Marconsult 1994.
- Ocean Shipping Consultants 1997. The European Containermarket-Prospects to 2008.
- Ocean Shipping Consultants 1997. World Containerport demand to 2010.
- PAELINCK, H.C. 1994. Economy, Trade, Industry and Shipping Evolution for the Future. — *Europees Vervoerrecht*, 29, 19 pp.
- Promotie Binnenvaart Vlaanderen - Statistieken 1996.
- Rijks Universitair Centrum Antwerpen (RUCA). Onderzoekscel Vervoer, 1998.
- STOPFORD, M. 1988. Maritime Economics. — Harper Collins Academic, Guilford, 412 pp.
- Technische Universiteit Delft 1996. Transport en Milieu.
- United Nations Publications. Population Forecast 1997.
- United Nations Trade and Development (UNCTAD), World Economic and Social Survey 1997.
- World Sea Transport Statistics (WSTS) 1997.
- World Seaborne Trade, Fearnleys, 1996.

BIJLAGE 1

Zeevracht



Bron: World Sea Transport Statistics.

BIJLAGE 2

Zeevrachtvolume (in miljoenen ton)

	Ruwe olie	Olie- producten	IJzererts	Steen- kool	Graan	Andere vracht	TOTAAL
1975	1 263	233	292	127	137	995	3 047
1976	1 410	260	294	127	146	1 075	3 312
1977	1 451	273	276	132	147	1 120	3 399
1978	1 432	270	278	127	169	1 190	3 466
1979	1 497	279	327	159	182	1 270	3 714
1980	1 320	276	314	188	198	1 310	3 606
1981	1 170	267	303	210	206	1 305	3 461
1982	993	285	273	208	200	1 240	3 199
1983	930	282	257	197	199	1 225	3 090
1984	930	297	306	232	207	1 320	3 292
1985	871	288	321	272	181	1 360	3 293
1986	958	305	311	276	165	1 370	3 385
1987	970	313	319	283	186	1 390	3 461
1988	1 042	325	348	304	196	1 460	3 675
1989	1 120	340	362	321	192	1 525	3 860
1990	1 190	336	347	342	192	1 570	3 977
1991	1 247	326	358	369	200	1 610	4 110
1992	1 313	335	334	371	208	1 660	4 221
1993	1 356	358	354	367	194	1 710	4 339
1994	1 380	375	380	370	185	1 785	4 475
1995	1 415	381	402	423	196	1 870	4 687
1996	1 450	395	390	437	188	1 930	4 790

Bron: World Sea Transport Statistics.

BIJLAGE 3

Zeevrachtvolume (in miljard ton/mijl)

	Ruwe olie	Olie- producten	IJzererts	Steen- kool	Graan	Andere vracht	TOTAAL
1975	8 885	845	1 471	621	734	2 810	15 366
1976	10 199	950	1 530	585	779	3 035	17 078
1977	10 408	995	1 425	640	801	3 220	17 489
1978	9 561	985	1 411	596	945	3 455	16 953
1979	9 452	1 045	1 649	778	1 026	3 605	17 555
1980	8 219	1 020	1 651	957	1 087	3 720	16 654
1981	7 193	1 000	1 558	1 124	1 131	3 710	15 716
1982	5 212	1 070	1 478	1 111	1 120	3 560	13 551
1983	4 478	1 080	1 359	1 074	1 135	3 510	12 636
1984	4 508	1 140	1 670	1 289	1 157	3 720	13 484
1985	4 007	1 150	1 702	1 473	1 004	3 750	13 086
1986	4 640	1 265	1 699	1 558	914	3 780	13 856
1987	4 671	1 345	1 761	1 622	1 061	3 840	14 300
1988	5 065	1 445	1 950	1 682	1 117	4 040	15 299
1989	5 736	1 540	2 012	1 752	1 095	4 250	16 385
1990	6 261	1 560	1 978	1 849	1 073	4 400	17 121
1991	6 757	1 530	2 008	1 999	1 069	4 510	17 873
1992	6 977	1 620	1 896	2 001	1 091	4 650	18 235
1993	7 391	1 775	2 001	1 949	1 038	4 840	18 994
1994	7 430	1 880	2 167	1 955	1 000	5 100	19 532
1995	7 375	1 945	2 287	2 176	1 160	5 395	20 338
1996	7 400	2 005	2 220	2 215	1 115	5 590	20 545

Bron: World Sea Transport Statistics.

BIJLAGE 3A

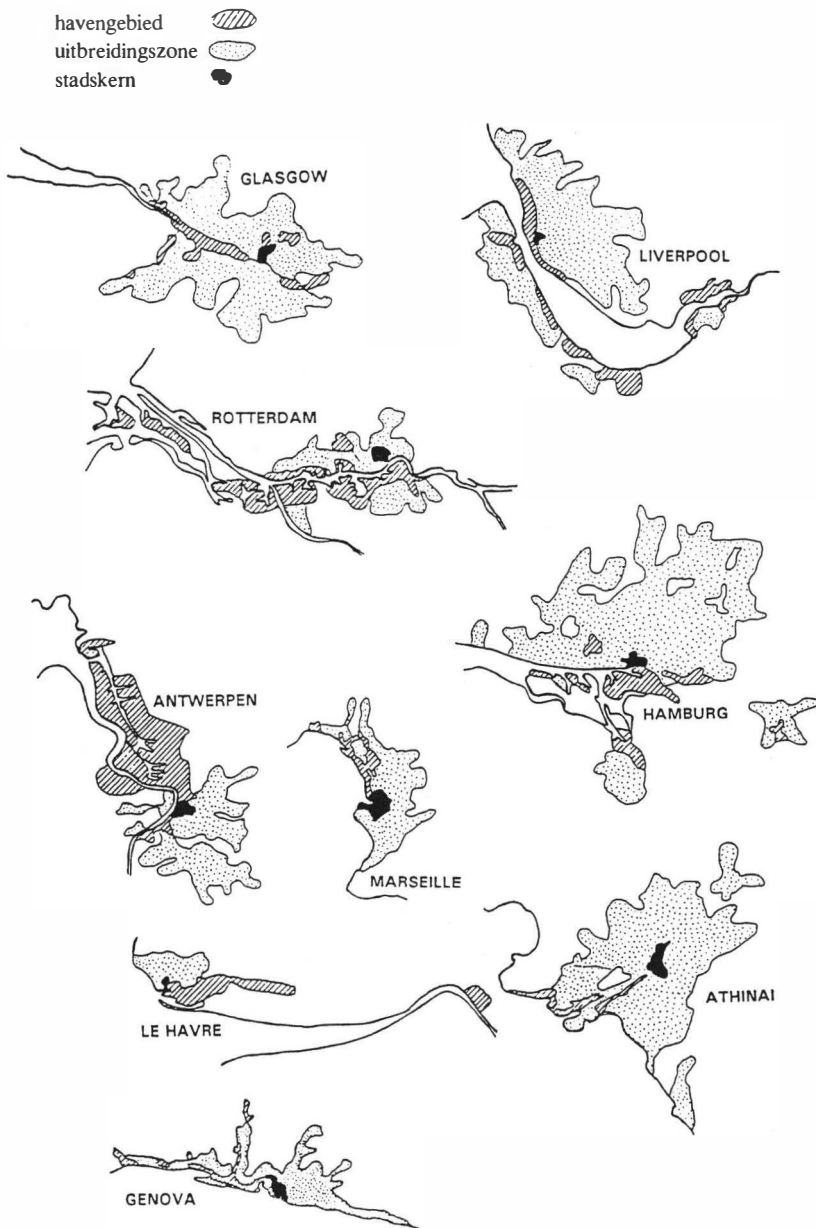
Containers in TEU ('000)

	1985	1990	1992	1994	1995	1996	1997
Rotterdam	2 655	3 666	4 123	4 539	4 787	4 811	5 400
Hamburg	1 159	1 969	2 268	2 725	2 890	3 010	3 337
Antwerpen	1 243	1 549	1 836	2 208	2 329	2 654	2 969
Zeebrugge	242	343	548	609	528	553	
Bremerhaven	986	1 163	1 315	1 503	1 518	1 540	
Le Havre	566	858	946	873	970	1 020	
Felixstowe	726	1 418	1 543	1 734	1 924	2 012	
Southampton	214	345	447	587	683	808	
Thamesport	0	9	192	250	300	330	
Liverpool	133	219	353	404	367	379	
Algeciras	351	553	780	1 021	1 155	1 328	
Valencia	305	387	370	467	640	724	
Barcelona	353	448	552	605	662	724	
Marseille	488	482	350	437	498	558	
Genoa	325	310	338	512	615	826	
La Spezia	168	450	596	823	965	930	
Hong Kong			7 972	11 050	12 563	13 410	14 400
Singapore			7 556	10 400	11 850	12 950	14 120
Kaohsiung		3 495	3 961	4 900	5 053	5 063	5 693
Kobe		2 596	2 608	2 916	1 455	2 072	2 110
Colombo				973	1 049	1 356	
Pusan		2 349	2 751	3 230	3 555	4 725	5 258
Tokyo		1 555	1 729	1 583	2 177	2 299	2 322
Yokohama		1 648	1 887	2 317	2 727	2 730	2 348
Keelung				2 046	2 165	2 110	1 981
Manilla		1 039	1 158	1 502	1 688	1 918	2 114
Shanghai		456	717	1 175	1 526	1 970	2 520
Tanjung Priok		644	908	1 270	1 400	1 422	1 940
Klang		499	678	944	1 120	1 400	

Bron: Haven van Antwerpen, onderzoeksel. Eigen verwerking.

BIJLAGE 4

Europa: havens, woongebieden en stadscentra

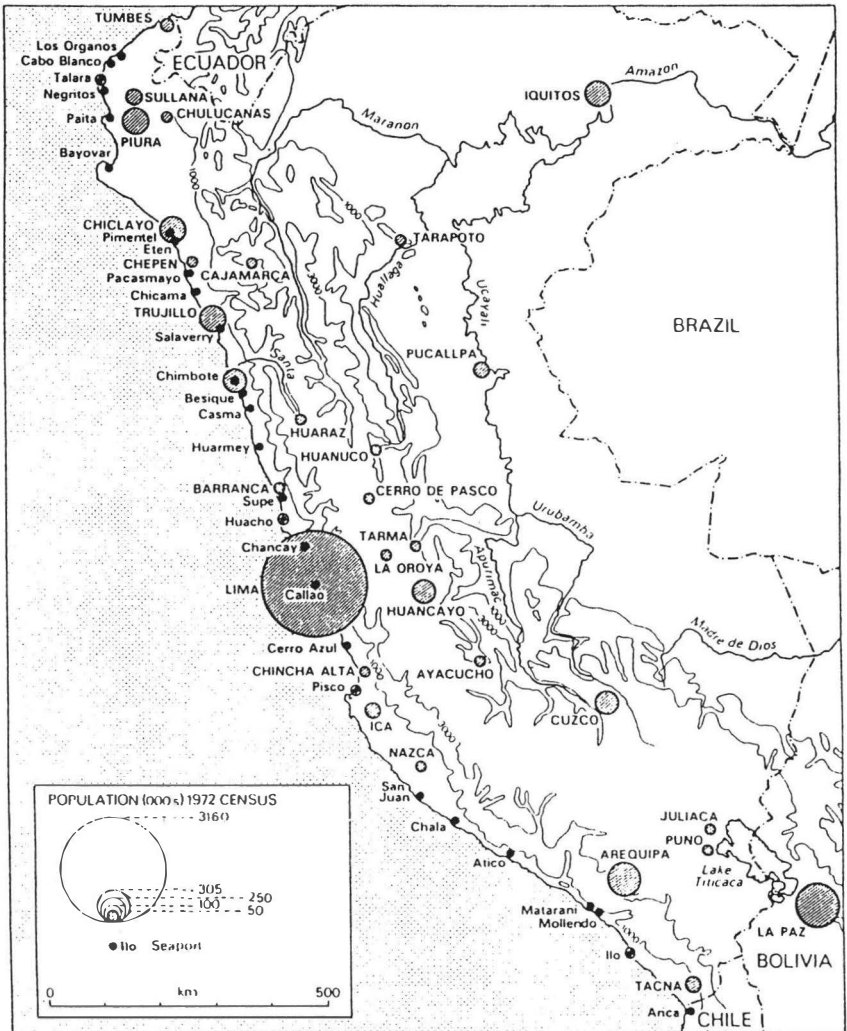


Schaal: 1/400 000

Bron: Havens voor Europa — I.B.F. Kormoss — 1995.

BIJLAGE 5

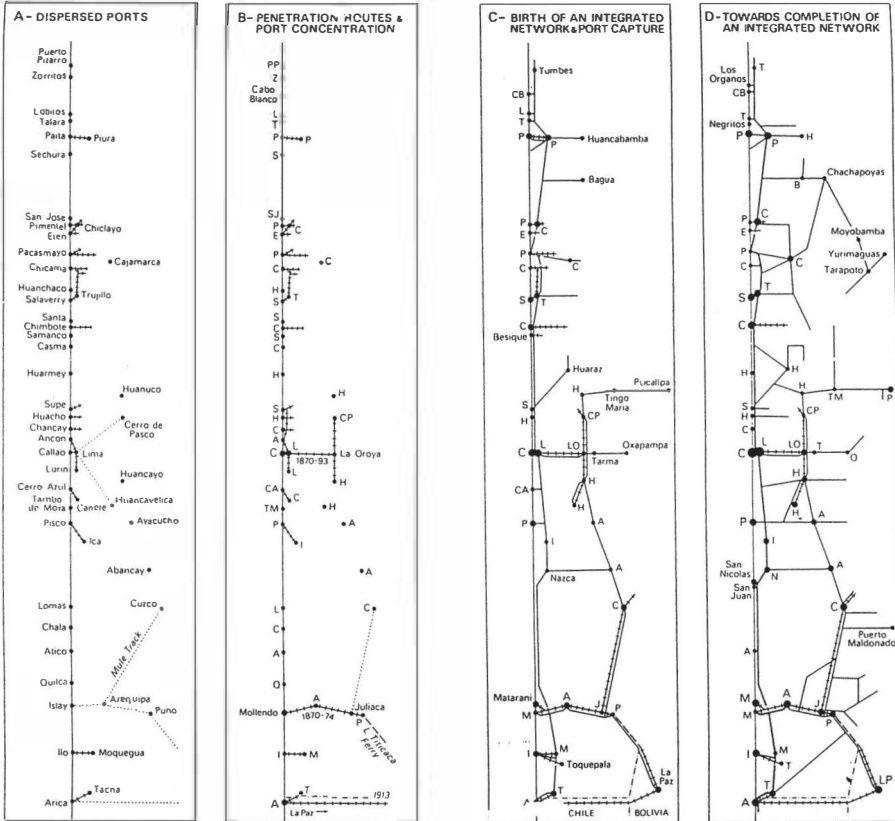
Zeehavens en transportsystemen in Peru



BIJLAGE 6

**Zeehavensystemen en
ruimtelijke wijzigingen**

**Zeehavens en transportsystemen
in Peru**



Evolutie van de Peruaanse zeehavens en transportsystemen te land.

Evolutie van de Peruaanse zeehavens en transportsystemen te land.

Bron: HOYLE & HILLING, Seaport Systems and Spatial Change.

BESLUIT — CONCLUSION

Water: wereldwijd en waardevol

L'eau: une valeur mondiale

Water: Worldwide and Worthwhile

Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen

Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer

United Nations Brussels

pp. 165-174 (1998)

Water and Human Rights The Challenge of the 21st Century

by

Richard JOLLY*

KEYWORDS. — Water and Sanitation; Human Rights; Commitment.

SUMMARY. — Worldwide, the number of people with access to clean water and sanitation has more than doubled over the last two decades. Notwithstanding this unprecedented achievement, 1.3 billion people still lack access to clean water and 2.7 billion to adequate sanitation. Remedying this gross deficiency should be one of the highest priorities of the 21st century as a goal of development — and as the fulfilment of a basic human right. To emphasize the human *right* of access to drinking water does more than emphasize its importance. It grounds the priority on the bedrock of social and economic rights; it emphasizes the obligations of states parties to deliver, internationally as well as nationally; it introduces the concept of equitable access and it defines a clear limit to the sway of the market, at a time when the need for better demand management of water is rightly receiving much attention. Common cause now needs to be waged for drinking water and sanitation by a grand alliance of those concerned with human rights, with women and children, with development and with drinking water and sanitation. The agenda:

- Mobilizing commitment in all countries to the goals of water and sanitation for all. Every country should halve the proportion of persons lacking access by 2010 and ensure universal access by the year 2020 at the latest.
- Donor countries should provide financial and technical support to assist least developed countries to achieve these goals.
- Within countries a grand alliance for water and sanitation for all should be mobilized, embracing non-government organizations, the private sector, local and central government and international organizations.

* Special Adviser to the Administrator of UNDP, New York (USA).

- Monitoring progress and encouraging accelerated action should be made a focus of media attention and international advocacy.

TREFWOORDEN. — Water en sanitatie; Mensenrechten; Verbintenissen.

SAMENVATTING. — *Water en mensenrechten. De uitdaging van de 21ste eeuw.*

— De laatste twee decennia is, wereldwijd, het aantal mensen dat toegang heeft tot zuiver water en sanitatie meer dan verdubbeld. Ondanks deze nooit eerder geziene prestatie moeten 1,3 miljard mensen het nog steeds zonder zuiver water en 2,7 miljard zonder adequate sanitatie stellen. Een van de grootste prioriteiten — als ontwikkelingsdoelstelling én als invulling van een fundamenteel mensenrecht — van de 21ste eeuw zou dan ook moeten zijn: deze uitgesproken tekortkoming verhelpen. Benadrukken dat het kunnen beschikken over drinkwater een *recht* is van de mens, is meer dan wijzen op het belang ervan. Het fundeert de prioriteit op sociale en economische rechten; het wijst op de verplichting van de overheden om, nationaal en internationaal, op te treden; het introduceert het concept „rechtvaardige toegang” en het bepaalt een duidelijke grens voor de marktschommelingen, op een moment dat de nood aan een beter beheer van de vraag naar water terecht meer aandacht krijgt. Het komt er nu op aan zich gezamenlijk in te zetten voor drinkwater en sanitatie door een grote alliantie te vormen van al wie zich bekommert om de mensenrechten, vrouwen en kinderen, ontwikkeling, drinkwater en sanitatie.

Op de agenda:

- Mobiliserende verbintenis in alle landen m.b.t. de doelstellingen: water en sanitatie voor iedereen. Elk land moet het aantal mensen dat hiervan verstoken is tegen het jaar 2010 halveren en ervoor zorgen dat er ten laatste tegen 2020 universeel toegang toe is.
- Donorlanden moeten de minst ontwikkelde landen financiële en technische steun verlenen om deze doelstellingen te bereiken.
- Binnen elk land moet men trachten een grote alliantie te vormen m.b.t. water en sanitatie voor iedereen; hierbij moeten zowel de niet-gouvernementele organisaties, de privé-sector, de regionale en nationale overheden als de internationale organisaties betrokken worden.
- Toezicht op de vooruitgang en aanmoediging van versnelde acties zouden in het brandpunt van de belangstelling van de media en de internationale advocatuur moeten staan.

MOTS-CLES. — Eau et hygiène publique; Droits de l'Homme; Engagement.

RESUME. — *Eau et droits de l'homme. Le défi du 21^e siècle.* — Dans le monde entier, le nombre de personnes ayant accès à l'eau potable et à l'hygiène publique a plus que doublé ces deux dernières décennies. En dépit de cet exploit sans précédent, 1,3 milliards d'individus n'ont toujours pas accès à l'eau potable et 2,7 milliards à un équipement sanitaire satisfaisant. Pallier cette

flagrante déficience devrait être l'une des priorités absolues au 21^e siècle comme objectif de développement — et comme accomplissement d'un droit humain fondamental. Souligner *le droit* de tout homme à accéder à l'eau potable signifie davantage que souligner son importance. C'est fonder la priorité sur base des droits économiques et sociaux, mettre l'accent sur les obligations des Etats à entreprendre des actions, tant au plan national qu'international, introduire le concept d'accès équitable et délimiter clairement les fluctuations du marché à une époque où le besoin d'une meilleure gestion de la demande en eau retient à juste titre particulièrement l'attention. Il convient à présent de faire cause commune pour l'eau potable et l'hygiène publique en formant une grande alliance avec tous ceux concernés par les droits de l'homme, par les femmes et les enfants, par le développement, l'eau potable et l'hygiène publique.

A l'ordre du jour:

- Engagement mobilisateur de tous les pays afin que chacun dispose d'eau et de sanitaires. Chaque pays devrait réduire de moitié le nombre de personnes qui en sont privées d'ici à 2010 et en assurer un accès universel pour l'an 2020 au plus tard.
- Les pays donateurs devraient fournir un soutien financier et technique afin d'aider les pays les moins développés à atteindre ces objectifs.
- Au sein des pays, mise en œuvre d'une grande alliance pour l'eau et l'hygiène publique accessibles à tous, englobant les ONG, le secteur privé, le gouvernement local et central et les organisations internationales.
- Le contrôle du processus d'évolution et l'encouragement à l'activation d'initiatives devraient constituer un centre d'intérêt pour les médias et un objet de plaidoyer international.

*
* * *

It is a privilege for UNDP — and for me personally — to join this symposium. May I give you the congratulations of UNDP and of Mr James Gustave Speth, its administrator.

Yesterday was World Water Day. It falls this year within the weeks set aside to celebrate the 50th anniversary of the Declaration of Human Rights.

A fiftieth anniversary is an occasion to look back and to look forward. The world has travelled very far in the fifty years since 1948.

The overseas territories with which the Royal Academy has been concerned have changed almost beyond recognition. Four examples:

- First, well over seventy countries have come to independence — the UN itself has grown from 51 member-states to 185.
- Second, human rights have entered the culture and laws of the international community as well as the 135 countries which have ratified two or more of

the main conventions on economic and social rights. Human rights have indeed come of age. Today, it is widely recognized that:

- Human rights are universal;
- Economic and social rights are rights and not merely ambitions;
- Economic and social rights are part of an indivisible whole of rights embracing political, economic and social rights;
- The international community is entitled to take a position against violations in individual countries and has an obligation to assist those developing countries that, due to severe resource limitations, are unable to promote basic human rights in such key areas as education and health. Progress has not just been made in declaring rights and aspirations. We have seen impressive achievements.
- Third, in terms of development — as we stated in the Human Development Report of 1997 —, more progress has been made in reducing poverty in the last fifty years than in the previous five hundred.
- Fourth, in terms of access to water supply, progress began more recently but has been even more rapid. Over the last two decades, the proportion of people with access to clean drinking water has more than doubled — from 1.5 billion in 1980 to over 3 billion in 1997.

I emphasize these points not to encourage a spirit of complacency but to emphasize that there are real and solid achievements on which to build.

Arnold Toynbee, the visionary historian, voiced in the late 1940's what later became a text for many international actions: "Ours is the first generation since the dawn of history in which mankind believed it possible to make the benefits of civilization available to the whole of the human race".

The Challenge Today

On the eve of the 21st century, we are called upon to demonstrate equivalent vision. In 1948, the United Nations had the moral commitment and wisdom to issue a Universal Declaration of Human Rights — built on recognition of the inherent dignity of each person and of the equal and inalienable rights of all members of the human family. This clearly set out political rights of freedom but also, in article 25, "the economic and social rights to a standard of living adequate to the health and well-being of a person and his or her family, including food, clothing, housing and medical care and necessary social services..."

Water was not formally mentioned within the declaration but its importance was clearly implied.

Today we need not merely assume that access to water is implied to be a human right. The Convention on the Rights of Children in article 24 refers to the obligation of states parties to pursue full implementation of the right of

every child to “the enjoyment of the highest attainable standard of health...” including “... the provision of clean drinking water, taking into consideration the dangers and risks of environmental pollution”.

Today we know that the right to safe water is vitally necessary. The WHO estimates that each year 900 million people suffer from diseases spread by water — typhoid, cholera, diarrhoea, ... Six million children die each year from water-related causes.

“All people have a right to have access to drinking water...” was the first statement of the Right to Water in a major international conference — in Mar del Plata in 1977. In New Delhi in 1990 the slogan was adopted “Some for all rather than more for some”. In the Dublin Declaration in a run-up conference to Rio, it was agreed that water is an economic good. All of these have helped lay the foundation for drinking water as a priority of development commitment and strategy.

To emphasize the human right of access to drinking water does more than emphasize its importance. It grounds the priority on the bedrock of social and economic rights, it emphasizes the obligations of states parties to ensure access, and it identifies the obligations of states parties to provide support internationally as well as nationally. It also introduces the concept of equitable access and it defines a clear limit to the sway of the market at a time when market approaches and the need for better demand management of water is rightly receiving much attention.

Let me elaborate what I mean by defining a clear limit to the sway of the market.

Private sector market approaches are rightly recognized as having important roles to play in providing safe water, maintaining adequate sanitation, and, perhaps especially, ensuring demand management which can lead to efficiency and long-term environmental sustainability.

Why then not leave all to the test of the market? Human Rights underline the right of every person to safe drinking water and sanitation. If the market does not provide, state signatory parties have an obligation to ensure provision.

At what price? At a price reasonably within the budget of each person or household to pay. In practice, many of the poorest are in rural locations, wanting a handpump or clean well within reasonable distance. What is reasonable? All this must be worked out within the context of the country concerned, taking account of the economy, costs and equity in relation to provision available to others.

It is clear that provision in many places today fails to meet the test of what is reasonable judged by human rights. When water is contaminated with cyanide, when women and children have to walk two, three or even four hours a day to collect one bucketful of less than clean water, this is not a fulfillment of human rights to water.

Ironically, treating water as an economic good and emphasizing integrated water management ends us in some situations and countries, squeezing the poor.

Progress moves hand in hand with capacity. Whereas in 1948 such declarations were visions of the hoped for, in 1998 they have become challenges to complete the task. Moreover, experience has already demonstrated that the task is possible. If the world has been able to provide water for 3 billion, with half of this advance achieved in the last fifteen years, it is surely possible to complete the task in the next fifteen.

Our optimism does not rest only on the statistics of advance. Over the 1980s, major progress was made in few important areas of action, each closely related to major expansion in the coverage of safe drinking water and adequate sanitation.

Firstly, there were many improvements of technology, often linked to major reductions in costs. The India Mark 2 handpump was developed, making for much greater reliability in the provision of access for deep tube wells. In Uganda and Sudan, the costs of sinking boreholes and installing handpumps were reduced by two-thirds over the decade. The World Bank together with UNDP, UNICEF and other UN agencies took an impressive lead in documenting available and efficient technologies.

Secondly, advances were made in systems of maintenance. I remember well visiting a village in Sudan and learning that women were much better than men in maintaining water equipment at the village level. UNICEF and many NGOs began to train literally thousands of women in maintenance and basic repair of handpumps and other equipment with great success.

Thirdly, the importance of women for water — and water for women — was formally recognized. Giving voice to women and involving women fully in the planning and implementation of all schemes and initiatives for drinking water and sanitation was one of the four principles of efficient and effective water provision incorporated into the Dublin Declaration.

Fourthly, major advances in monitoring mechanisms were developed. India took a lead but monitoring in many countries was shown to be fundamental to mobilizing commitment and action, as well as for efficient management.

Equally important as these advances in technology, participation and monitoring was the widespread demonstration that rapid expansion in coverage could be achieved. “If it exists, it must be possible”, was a favourite saying of the visionary, ecological economist Kenneth Boulding. India and Bangladesh, two of the largest countries, expanded their coverage most rapidly. I recall in Delhi meeting Gouri Ghosh, then additional secretary responsible for expanding access to clean drinking water throughout India. “We have only 117,000 villages to go”, he declared in 1987. “We are installing pumps and tube wells in 50,000 villages each year.” And by 1990, virtually all villages in India had at least one source of clean drinking water.

The Challenge of the 21st Century — Priorities for Action

Common cause now needs to be waged for drinking water and sanitation by mobilizing a grand alliance of four groups:

- Those concerned with human rights;
- The women's movement;
- Those concerned with children;
- Those committed to development and poverty eradication.

All share concern with drinking water and sanitation.

Four points should be on our agenda. Firstly, mobilizing commitment in all countries to the goals of water and sanitation for all. Every country, at the very least, should halve the proportion of people lacking access by 2010 and ensure universal access by the year 2020 at the latest. Many countries will be able to go faster and to do better.

This would be closely in line with the goals of the World Summit for Social Development, agreed in Copenhagen in 1995. At that conference it was agreed that every country should work for the eradication of absolute poverty in the shortest possible time and for the reduction of overall poverty by a target date to be set by the country in terms of its own needs and situation.

Soon afterwards, the Development Assistance Committee of OECD set forth its own goals as donor countries. They indicated their willingness to work with all developing countries towards the target of halving the proportion of people in poverty by the year 2015 at the latest.

Secondly, donor countries should provide financial and technical support especially to assist least developed countries to achieve these goals. Here I would like to make the challenge very specific. In spite of widespread recognition in donor countries of the importance of drinking water and sanitation for all, practical support often lags far behind general commitment. About three-quarters of all international aid for drinking water and sanitation still go to high-cost urban systems. A quarter — at most — goes to rural and peri-urban low-cost systems, in spite of the fact that this group of people is in much greater need, coverage among them is far lower and the quality and quantity of their current water consumption is much worse for their health — and in spite of the time spent in collection especially by women. Moreover, cost-benefit analysis would suggest much greater cost-effectiveness in meeting their needs.

In Copenhagen in 1995, the 20/20 principle was adopted. Under this arrangement, twenty per cent of a developing country's public expenditure should be provided for support of basic social services — including drinking water and sanitation. Similarly, for donors, twenty per cent of their aid budget in total should go to supporting basic social services, including drinking water and

sanitation. The idea of 20/20 was to encourage a compact between interested donors and developing countries, focused on accelerated action towards universal provision of basic social services for all.

Such a principle is eminently applicable to the priority needs of drinking water and sanitation. Latest statistics suggest that if the principle of 20/20 was followed, expenditure on basic social services by developing countries could rise by some fifty per cent. Expenditure on basic social services by donors could double. Such increases could transform the situation and support available for moving towards drinking water and sanitation for all. The task could be completed within a decade.

Thirdly, within countries, a grand alliance for water and sanitation for all should be mobilized, embracing non-government organizations, the private sector, local and central government and international organizations. The need for mobilization is even more important than the need for finance. Community after community, in all regions of the world, has demonstrated willingness and practical commitment to provide labour, finance and other support for the installation of drinking water and sanitation projects and for their ongoing maintenance. The commitment and enthusiasm are there — but there must be opportunity for real participation and responsibility.

Fourthly and finally, monitoring progress and encouraging accelerated action need to be made a focus of media attention and international advocacy. Monitoring is important — for improved management, for assessing progress, for guiding the allocation of resources. But monitoring needs to go far beyond a technical process of improved management. If a process of mobilization is to be started and sustained, the public needs to have a sense of ongoing achievement. This can only be provided by regular reporting of progress made in a human interest as well as in an accurate statistical sense. Enthusiasm needs to be fuelled by reports of progress and knowledge of success.

We have already seen this with some of the big successes of international cooperation — the eradication of smallpox in the 1970s, the acceleration of immunization in the 1980s, the dramatic reductions of polio, measles, guinea work and iodine deficiency in the 1990s.

Now we face the challenge of achieving the acceleration required to ensure safe water and basic sanitation for all. To paraphrase Toynbee once more, “Ours is the first generation in history in which people know it is possible to make the benefits of safe water and basic sanitation available to the whole of the human race”.

We know it is possible. The world amply has the resources — and the 20/20 formula can ensure their availability. Upon those who know and have the capacity to act, rests a clear, practical and ethical duty. Let us not fail the challenge.

DISCUSSION

J. J. Peters. — Mr Jolly, an aspect you didn't touch is the water-sharing problem between countries. One example is the lasting dispute about the Ganges water between India and Bangladesh. Two years ago, a new treaty was signed between the respective governments. Unfortunately, it is already criticized from both sides. Could you please comment on this aspect of human rights, the right on water in shared basins?

R. Jolly. — In this sort of negotiations I hope the need of ordinary people for access to the modest quantities needed for drinking water and sanitation and for agriculture for the poor is not forgotten.

S. Plasschaert. — Mr Jolly, water has been added to the basic needs and to the basic rights as you kindly and very convincingly have proven. What about "credit" — and I'm thinking, of course, of the Bangladesh scheme of Muhammed Yunus — which has also been added to the basic rights? Could you perhaps comment on any link between these two?

R. Jolly. — To the best of my knowledge, credit has not been formally adopted as a human right. I am well aware of the Credit Summit in Washington last February when there were efforts to do that. I think, as a strict matter of international declaration, convention or law, it has not yet been done. That said, I think there are many examples around the world where small amounts of credit for poor people — in the case of Bangladesh, landless people — have shown a remarkable success in empowering people, giving them access to what in reality is a matter of a few dollars (\$10, 20, 25, 30 usually at most). People have demonstrated wonderful capacities to use such resources creatively. I don't know very many examples of water projects being supported by that sort of credit, although I know in Bangladesh of some where indeed landless labourers have had access to a credit, have then installed deep-tube wells, have had the right to sell the water as a small business and have done so very successfully. Political scientists have analysed this as a good example of giving landless labourers some countervailing power in the power hierarchy of the village in order not merely to make some money, but to defend their position. So, I think this is a very good example and one that should be encouraged in many areas.

Participant. — Is "water-sharing" not a far too optimistic conception, knowing that water has already brought about serious conflicts in the Middle East and could even possibly lead to war, as formerly happened to the oil? Are the United Nations working on a programme to tackle this problem and, if so, are they making any progress?

R. Jolly. — I am afraid I am not informed of much work the different parts of the U.N. are undertaking in such negotiations over water. I agree with you that looking ahead twenty or thirty years, the idea that water could become the oil of the 21st century is a very real issue and in the Middle East perhaps particularly. The point I would be stressing is that one can easily get lost in the bigger politics of this, looking at the issues from the point of view of Nations' States or big users of water. And to my mind, the big users of water at the moment are not merely the countries concerned, but also the international private sector which is developing interests that need to be watched and made

more transparent. As the African proverb goes, “when the elephants fight, the grass gets trampled” — I think it’s even “when the elephants make love, the grass gets trampled”. The point is that the poor — the grass — can easily get trampled. One can be so preoccupied with getting the prices or the negotiations right, or whatever, that one forgets that there are 1.2 - 1.3 billion people in the world today without access to even the most basics of clean water. We need never to forget their basic needs and we have a stake in seeing their basic needs met for the sake of everyone’s health and for the sake of development evenly, and more evenly in all parts of the world.

Water: wereldwijd en waardevol

L'eau: une valeur mondiale

Water: Worldwide and Worthwhile

Koninklijke Academie voor Overzeese Wetenschappen

Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer

United Nations Brussels

pp. 175-177 (1998)

Besluit

door

Walter LOY *

Het heelal zit vol waterstof, die hier en daar verbonden is met zuurstof. „Hier en daar” betekent hier op onze planeet en, zoals we sinds 6 maart 1998 van de NASA vernamen, ook op de maan ($10 \cdot 10^6 \text{ m}^3$) en wellicht ook op de Jupiter-maan: Europa. Juist die verbinding van waterstof en zuurstof vormt een heel opmerkelijk element: het is een uitstekend oplosmiddel dat met een onvoorstelbare gastvrijheid alle soorten levende wezens en stoffen opneemt en oplost. Het vertoont een zuurtegraad — terug een wonder — van 7, juist halverwege een zuur en basisch milieu. Water is neutraal ten opzichte van onze gezondheid (pH 7!) maar levensnoodzakelijk en onvervangbaar! Drie adjectieven — neutraal, levensnoodzakelijk en onvervangbaar — die samengaan en waarover nog enkele uren zou kunnen gefilosofeerd worden...

Ter zake: wat is er veranderd sedert de Wereldconferentie van Rio van 1992? Roberto Lenton vatte het als volgt samen onder de titel „Water since Rio”:

1. Overeenkomsten werden gesloten die vervat liggen in hoofdstuk 18 van Agenda 21, dé agenda voor de 21ste eeuw.
2. Er werd vooruitgang gemaakt bij het invullen van deze overeenkomsten. Deze verschilt natuurlijk volgens het standpunt dat men inneemt of het gekozen domein.
3. Het denken van de internationale gemeenschap is geëvolueerd.
4. Door Agenda 21 zijn er uitdagingen ontstaan.

In *panel 1* (Water en Gezondheid) wijst Paul Gigase éénduidig de menselijke activiteit aan als de schuldige voor de chemische en bacteriologische bevuilding

* Voorzitter van de Werkgroep „Water”; professor emeritus van de Katholieke Universiteit Leuven (België).

van het water. Hierbij moet uiterst nauwlettend worden toegezien op het verband tussen het saneren, het toezicht op industrie en landbouw en het waterbeheer. Deze bevuiling moet in de ontwikkelingslanden te allen prijze vermeden worden en daarvoor bestaat er een gewettigde hoop. We vernamen inderdaad van Confrater Van Montagu dat dé wereldfirma's van de biofarmaceutica en gentechnologie zich er maar al te goed van bewust zijn dat dé industrie van de heel nabije toekomst de biotechnologie is, die wonderwel zal passen in het kader van de niet-polluerende industrie of landbouw. Met andere woorden: de insecticiden, herbiciden en aanverwante producten kunnen verdwijnen.

Niettegenstaande alle doemdenkers is optimisme gewettigd en, terloops vermeld, eenzelfde evolutie wordt vastgesteld in de energiewereld waar het oxyde van waterstof, water, dé afvalstof zou kunnen worden.

Het pleidooi van Confrater Gigase is geen hedendaagse vaststelling maar een historische realiteit, die ons gebracht werd door Henri Nicolaï. Deze spreker wijst op het parallelisme tussen volksgezondheid, ontwikkeling en hydrologische toestand.

Het is ook een economische realiteit, wat door André Prost aangetoond wordt. Hij bewijst dat investeren in een degelijke waterbevoorrading economisch gemakkelijk te verdedigen valt.

Water is niet alleen interessant omwille van zijn samenstelling en eigenschappen maar ook omwille van zijn gedrag, waarvan *panel 2* (Water en Natuur) enkele aspecten beschrijft. Jean Jacques Peters stelt dat een nieuwe benadering van de hoogwaterstanden, de wassen, noodzakelijk is: het oppervlaktewater niet meer temmen maar overstappen naar een natuurlijk beheer van het ganse hydrografisch bekken. De mens vergeet soms zijn plaats in de natuur — in de letterlijke zin — en wanneer de natuur op een bepaald ogenblik haar plaats terug opeist, is de mens verwonderd. Ons collectief geheugen is zeer kort — dertig jaar — en daarom hebben we het moeilijk met de natuur, die er een andere tijdsmaat op nahoudt. Dit is dan ook de reden waarom enkele metrostations in Londen en ondergrondse garages in Parijs onder water lopen. Oude gegevens over grondwaterstanden worden niet geraadpleegd!

Jean-Claude Micha houdt een pleidooi voor een globaal beheer en verwoordt het als volgt: „*décloisonner l'approche sectorielle qui trop souvent vise à privilégier un secteur économique particulier au détriment des besoins et intérêts des autres secteurs*”.

Om dit alles goed onder controle te houden stelt Dieter Kraemer een waterhuishouding voor, een *water resources assessment*, wat nodig is voor:

- Het identificeren van de beschikbare voorraden;
- Het gebruik van waterhoeveelheden in de toekomst;
- Het bestuderen van de mogelijke invloeden en wisselwerkingen.

Hierbij is het noodzakelijk een wereldomvattend hydrologisch netwerk uit te bouwen. In verband met de discussie in panel 2 over het bewustmaken van de waarde van het water bij de jeugd, moeten de inspanningen vermeld worden die door de waterbedrijven geleverd worden, speciaal op de Wereldwaterdag.

In *panel 3* (Water en Economie) wijst Ernie Haerinck op de positieve en negatieve aspecten van water, waarbij het water als transportmiddel van goederen maar vooral van „gedachten-goederen”, ideeën, bijzonder positief uitvalt. Dit is wellicht van even groot belang als het hedendaags massaal vervoer te water, zoals uitgelegd door Honoré Paelinck, dat instaat voor het goedkoop vervoeren van grote hoeveelheden goederen over lange afstanden.

Richard Jolly deelt mee dat nog vele miljoenen mensen het zonder zuiver water en zonder aangepast sanitair moeten stellen. Hieraan te verhelpen is dé grote prioriteit, én als ontwikkelingsdoelstelling én als invulling van een fundamenteel mensenrecht. Daarom zou tegen 2020 iedereen over voldoende kwaliteitswater moeten beschikken, moet de financiële en technische steun geregeld worden en moet de samenwerking tussen de NGO's, de privé-sector, de regionale en nationale overheden en organisaties op punt gesteld worden.

Gisteren, 22 maart, Wereldwaterdag, verklaarde Kofi Annan: „We sometimes hear that in the third millenium, wars will be fought over water. But we also know that to be forewarned is to be forearmed. Let us act now to protect this precious and undervalued resource. We owe it... to the survival of the planet.”

Mevrouw de Vast Secretaris, Heren Vast Secretarissen, Mijnheer de Voorzitter, Dames en Heren, wat is ons opgevallen? De sprekers van deze drie panels bekijken het water vanuit een verschillend standpunt en werken als panel onafhankelijk van elkaar met een eigen discipline. Het valt op dat ten minste twee van de drie steeds terugkerende begrippen door iedere spreker gebruikt worden en als een rode draad doorheen deze dag liepen: waterbeheer, gezondheid en ontwikkeling. Dit is wellicht het bewijs dat het probleem van het water van wereldwijd belang is.

