

Atlas

mondial de l'eau

Salif Diop - Philippe Rekacewicz

Une pénurie annoncée

autrement



Le Mémorial de Caen

ATLAS MONDIAL DE L'EAU

I. L'EAU DANS TOUS SES ÉTATS

- Une ressource abondante mais peu accessible
- Les grands bassins fluviaux dans le monde
- Le cycle de l'eau
- Un puissant moyen de transport

II. LA VIE DANS L'EAU

- La biodiversité marine (I)
- La biodiversité marine (II)
- La biodiversité marine (III)
- La biodiversité en eau douce

III. L'HOMME : UN HYPERCONSOmmATEUR D'EAU

- Gestion de l'eau : prélèvements et consommation (I)
- Gestion de l'eau : prélèvements et consommation (II)
- Une eau qui se fait rare (I)
- Une eau qui se fait rare (II)
- Le droit à l'eau potable pour tous

IV. LES ACTIVITÉS HUMAINES : UNE MENACE POUR L'EAU ?

- La pollution marine
- La pollution agricole des bassins
- La pêche dans le monde
- Réchauffement terrestre et élévation du niveau de la mer (I)
- Réchauffement terrestre et élévation du niveau de la mer (II)

V. GÉOPOLITIQUE DE L'EAU

- Une source de conflits au Proche-Orient
- La Turquie aux commandes du Tigre et de l'Euphrate
- L'asphyxie de la mer Noire
- La Caspienne au centre des convoitises
- La mer d'Aral, une région en voie de destruction
- La lente disparition du lac Tchad

MFN : 12001

RI : Mon - 012608

Atlas mondial de l'eau

Une pénurie annoncée

***Dirigé par Salif Diop
et
Philippe Rekacewicz***

Ref
ATL
34



***Éditions Autrement
Collection Atlas/Monde***

0600/03



Atlas mondial de l'eau

Auteurs

Salif Diop, dirige l'unité « Eau » au sein de la Division de l'évaluation scientifique et de l'alerte rapide (DEWA) du Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE) à Nairobi (Kenya), avec la collaboration de Patrick M'mayi et Dennis Lisbjerg.

Philippe Rekacewicz, géographe et cartographe, collaborateur du *Monde diplomatique*, est chef de projet dans une unité norvégienne du Programme des Nations unies pour l'environnement (Grid-Arendal/PNUE).

Mativox

Les textes des pages 6, 16, 21, 24, 35, 36, 46-47, 48, 50-51, 52-53, 54-55, 56-57, 60-61 et le graphique de la page 40 ont été réalisés par Mativox.

Édition : Serge Bourdin / Mativox ; rédaction : Sylvie Deraine, Eryc Monnier / Mativox ; Illustration : Nicolas Tintelin / Mativox.

Cartographie

GRID-Arendal et *le Monde diplomatique*.

Traduction

Emmanuelle Rivière

Secrétariat de rédaction

Élisabeth Paulin

Maquette

Conception et réalisation : CDK Publishing

Photogravure

Graph'm

Éditions Autrement

Direction : Henry Dougier

Coordination éditoriale : Laure Flavigny et Chloé Pathé

Communication et presse : Karine Mallet-Belmont

Direction commerciale : Anne-Marie Bellard

Cet ouvrage est une adaptation de *Vital Water Graphics. An Overview of the State of the World's Fresh and Marine Waters* (septembre 2002), publication conjointe de la Division de l'évaluation scientifique et de l'alerte précoce (DEWA) et de la Division de l'élaboration des politiques et du droit de l'environnement (DPDL) du Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE), en collaboration avec un centre associé au PNUE (GRID-Arendal, Norvège). Il ne s'agit pas d'une traduction officielle des Nations unies.

L'Atlas mondial de l'eau est coédité avec le PNUE et le Mémorial de Caen. Il a reçu le soutien de Nausicaa (Centre national de la mer, Boulogne-sur-mer).

© Éditions Autrement / PNUE / Mémorial de Caen 2003
Autrement
77, rue du Faubourg-Saint-Antoine – 75011 Paris
Tél. 01 44 73 80 00 – Fax 01 44 73 00 12 – www.autrement.com

ISBN : 2-7467-0334-3
ISSN : 1272-0151
Dépôt légal : 1^{er} trimestre 2003
Imprimé et broché en Italie
Achevé d'imprimer en février 2003

Tous droits réservés. Aucun élément de cet ouvrage ne peut être reproduit, sous quelque forme que ce soit, sans l'autorisation expresse de l'éditeur et des propriétaires, les Éditions Autrement, le PNUE et le Mémorial de Caen.

Sommaire

I Avant-propos	p. 4-5	IV Les activités humaines : une menace pour l'eau?	
I L'eau dans tous ses états		La pollution marine	p. 38-39
Une ressource abondante mais peu accessible	p. 8-9	La pollution agricole des bassins fluviaux	p. 40-41
Les grands bassins fluviaux dans le monde	p. 10-11	La pêche dans le monde	p. 42-43
Le cycle de l'eau	p. 12-13	Réchauffement terrestre et élévation du niveau de la mer (I)	p. 44-45
Un puissant moyen de transport	p. 14-15	Réchauffement terrestre et élévation du niveau de la mer (II)	p. 46-47
II La vie dans l'eau		V Géopolitique de l'eau	
La biodiversité marine (I)	p. 18-19	Une source de conflits au Proche-Orient	p. 50-51
La biodiversité marine (II)	p. 20-21	La Turquie aux commandes du Tigre et de l'Euphrate	p. 52-53
La biodiversité marine (III)	p. 22	L'asphyxie de la mer Noire	p. 54-55
La bioversité en eau douce	p. 23	La Caspienne au centre des convoitises	p. 56-57
III L'homme : un hyper- consommateur d'eau		La mer d'Aral, une région en voie de destruction	p. 58-59
Gestion de l'eau : prélèvements et consommation (I)	p. 26-27	La lente disparition du lac Tchad	p. 60-61
Gestion de l'eau : prélèvements et consommation (II)	p. 28-29	Annexes	p. 62
Une eau qui se fait rare (I)	p. 30-31	Références et remerciements	p. 63
Une eau qui se fait rare (II)	p. 32-33		
Le droit à l'eau potable pour tous	p. 34-35		



Avant-propos

Une pénurie annoncée

*Par Klaus Töpfer, directeur exécutif,
Programme des Nations unies pour
l'Environnement*

L'eau est une denrée essentielle dont dépend toute vie sur terre. Pour la plupart des nations, le développement économique est inextricablement lié à la disponibilité et à la qualité des ressources en eau douce. Nous utilisons l'eau quotidiennement, considérant souvent cette denrée vitale comme un acquis, notamment dans les régions où elle est naturellement abondante. Nous oublions pourtant que, dans certaines parties du globe, elle est si rare qu'elle devient une question de vie ou de mort.

Publié 30 ans après la conférence de Stockholm de 1972, le *Vital Water Graphics*, en partie repris dans cet *Atlas mondial de l'eau*, représente un apport essentiel qui complète les publications déjà existantes sur l'état des ressources mondiales en eau.

Le document insiste sur les questions les plus « vitales » et les plus pressantes concernant l'eau, car ce sont des questions clés pour l'avenir de la vie sur terre.

62 graphiques associés à des explications et cartes permettent de constater dans quelle mesure la

quantité, la qualité et la disponibilité des eaux douces et marines influencent le niveau de pauvreté dans le monde, mais aussi la dégradation des terres, la pollution, l'hygiène publique, la santé et le développement rural et urbain.

L'*Atlas mondial de l'eau* présente également l'évolution dans le temps des régimes hydrologiques ; des exemples pris au cours des 200 dernières années peuvent servir à la construction de scénarios pour l'avenir. Un rappel du dernier chapitre de l'histoire de nos ressources en eau douce et marine démontre la rapidité de l'épuisement et l'importance de la pollution auxquels elles sont soumises, et atteste de l'urgence du travail de préservation que nous devons accomplir.

En rapprochant de manière synthétique l'utilisation de l'eau et les facteurs sociaux, économiques et environnementaux, nous espérons que l'*Atlas mondial de l'eau* contribuera, en conformité avec les stratégies du PNUE, à la mise en œuvre des chapitres 17 et 18 de l'Agenda 21 lancé en 1992 lors du Sommet de la Terre à Rio de Janeiro. Ce document représente une source d'informations essentielle pour les médias comme pour le public. Il constitue un instrument utile à la prise de décisions pour l'utilisation et la gestion de l'eau au cours des années à venir.

L'eau dans tous ses états

Une ressource abondante mais peu accessible

p. 8-9

- Un monde salé
- Ressources mondiales en eau douce

Les grands bassins fluviaux dans le monde

p. 10-11

- Principaux bassins fluviaux africains
- Principaux bassins fluviaux du monde

Le cycle de l'eau

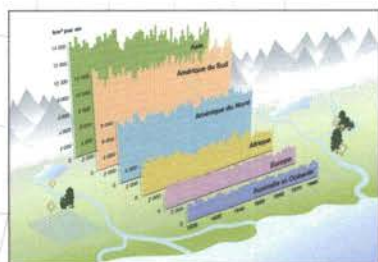
p. 12-13

- Temps de résidence estimé de l'eau selon son lieu de stockage
- Le cycle hydrologique de la planète
- Les eaux de surface dans le monde

Un puissant moyen de transport

p. 14-15

- Évolution de l'écoulement fluvial au cours du XX^e siècle
- Transports annuels de sédiments
- Fragmentation des fleuves et contrôle des flux





Une ressource abondante mais peu accessible

Le programme d'action pour le développement durable, mis en œuvre lors du Sommet de la Terre en 1992 et renforcé à Johannesburg en 2002, s'est notamment concentré sur la protection, l'approvisionnement et la qualité de l'eau douce dans le monde.

L'eau douce

Les estimations des ressources mondiales en eau fondées sur différentes méthodes de calcul ont permis d'évaluer le volume total d'eau sur la planète à 1,4 milliard de km³. L'eau douce ne représente que 2,5 % de ce total, soit environ 35 millions de km³, dont 68,9 % (24 millions de km³) sont stockés à l'état solide, principalement dans les calottes glaciaires de l'Arctique et de l'Antarctique, et dans la couverture neigeuse persistante des régions montagneuses.

Les 30,8 % restant (8 millions de km³) se trouvent sous la terre dans les nappes phréatiques, les bassins souterrains (jusqu'à 2 000 mètres de profondeur) ainsi que dans les sols, les pergélisols (sols gelés) et les marécages.

En surface, les lacs, les réservoirs et les rivières ne représentent que 105 000 km³ du total de l'eau douce disponible, soit... 0,3 % ! L'eau est une ressource abondante, et pourtant seuls 200 000 km³ sont utilisables par la biosphère ou accessibles à l'homme, soit 1 % du volume d'eau douce et 0,01 % de toute l'eau sur terre...

Les régions polaires

Les régions polaires, en particulier l'Antarctique et le Groenland, sont nos grandes « zones de stockage » mondiales d'eau (96 % de l'eau douce gelée dans le monde), malheureusement situés loin des grandes aires de peuplement, dans des milieux naturels hostiles et difficilement accessibles. Le reste (4 %, à savoir 550 000 km³ ou 180 000 km³) se situe dans les glaciers et les neiges persistantes des régions montagneuses.



L'eau souterraine

L'eau souterraine, de loin la plus abondante, représente 90 % des sources d'eau accessibles (contre seulement 10 % pour les eaux de surface). D'après les Nations unies, plus de 1,5 milliard d'êtres humains en dépendent pour s'approvisionner en eau potable. L'eau souterraine puisée chaque année représente un volume compris entre 600 et 700 km³, soit 20 % de tous les prélèvements d'eau dans le monde. Mais cela n'est qu'une estimation, aucune étude exhaustive n'ayant été conduite à ce jour sur les volumes prélevés (et consommés).

Les lacs

Les lacs, pour la plupart, sont situés dans les hautes latitudes et les régions montagneuses. Le Canada à lui seul regroupe la moitié des lacs du monde. Mais en volume « d'eau contenue dans les lacs », l'Afrique arrive en tête, suivie de l'Asie, de l'Amérique du Nord, de l'Europe et enfin de l'Amérique latine. Dans les régions arides, ou celles qui subissent une intense sécheresse, de nombreux lacs (ou mers intérieures) se « salinisent » sous l'effet de la forte évaporation qui concentre les sels, telles la mer Caspienne ou la mer Morte.

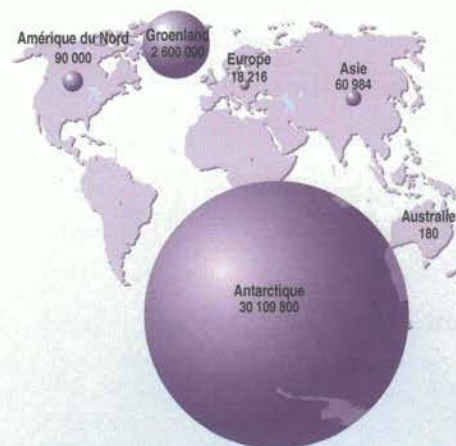
Les cours d'eau

Les cours d'eau qui marbrent la surface de la terre ne représentent qu'une infime proportion de l'eau douce disponible, bien qu'ils soient la principale source d'approvisionnement pour la population de nombreuses régions du monde. Ils sont alimentés à la fois par les réservoirs naturels, les eaux souterraines, les écoulements de surface et le ruissellement hypodermique (dans le sol au-dessous de la surface mais au-dessus de la nappe phréatique). Renouvelé en permanence, le volume d'eau charrié par tous les cours d'eau du monde représente environ 1 300 km³.

Ressources mondiales en eau douce

Quantité et distribution par région

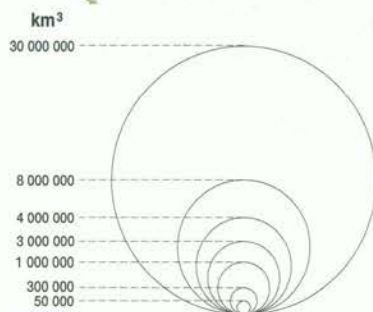
Glaciers et calottes polaires (km³)



Eau souterraine (km³)



Zones humides, lacs, réservoirs et fleuves (km³)



Sources : Igor A. Shiklomanov, Institut hydrologique d'État (SHI, Saint-Petersbourg) et Organisation des Nations unies pour la culture, les sciences et l'éducation (UNESCO, Paris, 1999 ; Organisation météorologique mondiale (OMM), Conseil international des associations scientifiques (ICSU), Service de contrôle des glaciers du monde (WGMS), United States Geological Study (USGS).



Les grands bassins fluviaux dans le monde

Les bassins fluviaux recouvrent presque la moitié de la surface terrestre, mais ne représentent qu'une infime partie du volume d'eau douce utilisable.

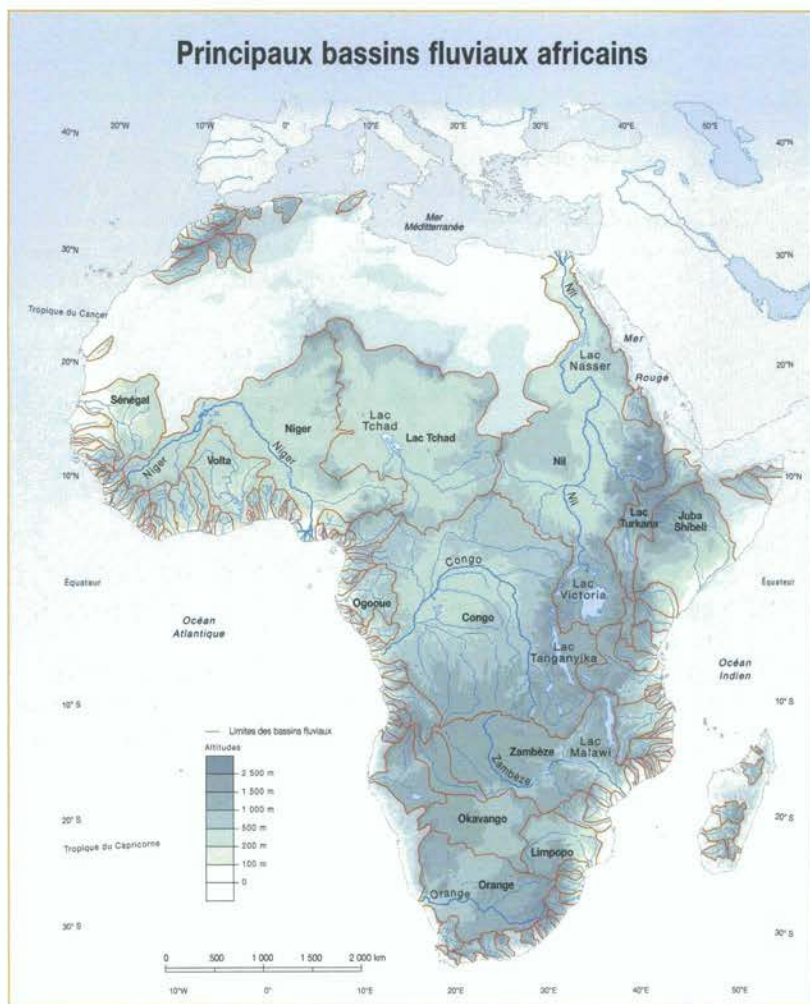
Fleuves, réservoirs et zones humides

Les fleuves forment une véritable mosaïque hydrologique. De par le monde, 263 bassins fluviaux couvrent 45,3 % (231 059 898 km²) de la surface de la

terre, mais ne représentent qu'un très faible volume d'eau (environ 2 115 km³).

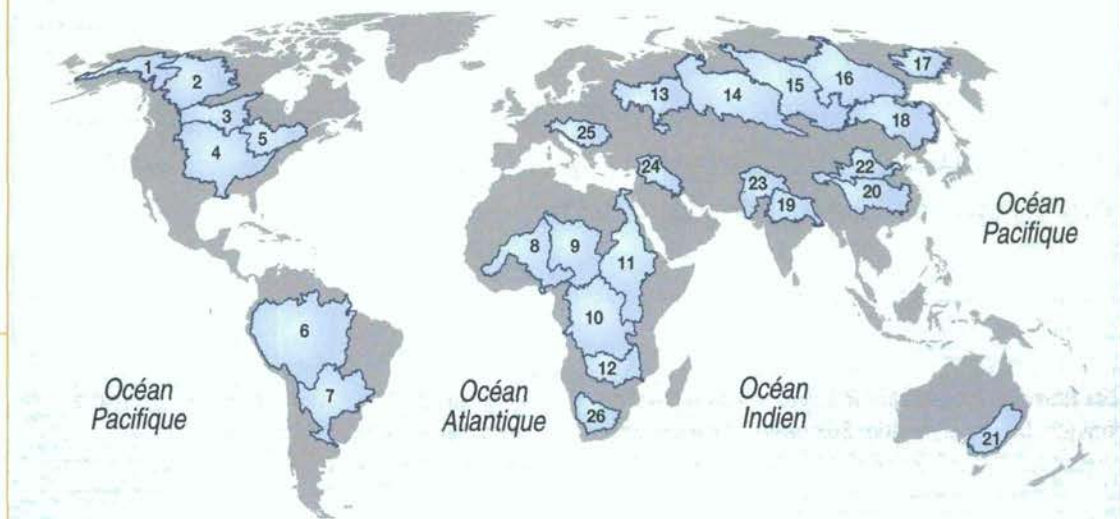
Les réservoirs, quant à eux, sont des lacs artificiels formés par la construction de barrages. Ces ouvrages servent à bloquer la circulation des fleuves et permettent à l'eau de former un bassin destiné à des utilisations diverses (principalement la production d'électricité). On estime que le volume d'eau stocké dans ces réservoirs répartis sur les 5 continents s'élève à quelque 4 286 km³.

Les zones humides comprennent les marécages, les tourbières, les marais, les vasières, les lagunes et les plaines d'inondation. Certaines s'étendent sur plusieurs centaines de milliers de kilomètres carrés. Parmi les plus vastes, on compte les plaines de Sibérie occidentale (780 000-1 000 000 km²), le fleuve Amazone (800 000 km²), les plaines d'Hudson Bay



Sources : Aaron T. Wolf et al., 1999 ; Revenga et al., *Watersheds of the World*, World Resources Institute (WRI), Washington DC, 1998 ; Philippe Rekacewicz, *Atlas de poche, Livre de Poche*, Librairie générale française, Paris, 1996 (révisé en 2001).

Principaux bassins fluviaux du monde



Amérique du Nord

- 1 Yukon
- 2 Mackenzie
- 3 Nelson
- 4 Mississippi
- 5 Saint-Laurent

Amérique du Sud

- 6 Amazone
- 7 Paraná

Europe

- 25 Danube

Afrique et Asie occidentale

- 8 Niger
- 9 Bassin du lac Tchad
- 10 Congo
- 11 Nil
- 12 Zambèze
- 26 Orange
- 24 Tigre et Euphrate

Asie et Australie

- 13 Volga
- 14 Ob
- 15 Iénisseï
- 16 Lena
- 17 Kolyma
- 18 Amour
- 19 Gange et Brahmapoutre
- 20 Yangtze
- 21 Murray Darling
- 22 Huang He
- 23 Indus

Sources : Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE) ; World Conservation Monitoring Centre (WCMC) ; World Resources Institute (WRI) ; American Association for the Advancement of Science (AAAS) ; Atlas of Population and Environment, 2001.

(200 000-320 000 km²), Pantanal (140 000-200 000 km²), le Nil (partie haute, 50 000-90 000 km²), le fleuve Chari-Logone (90 000 km²), les plaines d'Hudson Bay du Pacifique Sud (69 000 km²), le fleuve Congo (40 000-80 000 km²), le fleuve Mackenzie (partie haute, 60 000 km²) et les puits naturels des prairies nord-américaines (40 000 km²). La superfi-

cie totale de ces zones est d'environ 2 900 000 km² sur une profondeur moyenne variant entre 0,3 et 2 mètres.

En choisissant arbitrairement une profondeur équivalant à environ 1 mètre, le volume total d'eau contenu dans ces zones serait compris entre 2 300 km³ et 2 900 km³.



Le cycle de l'eau

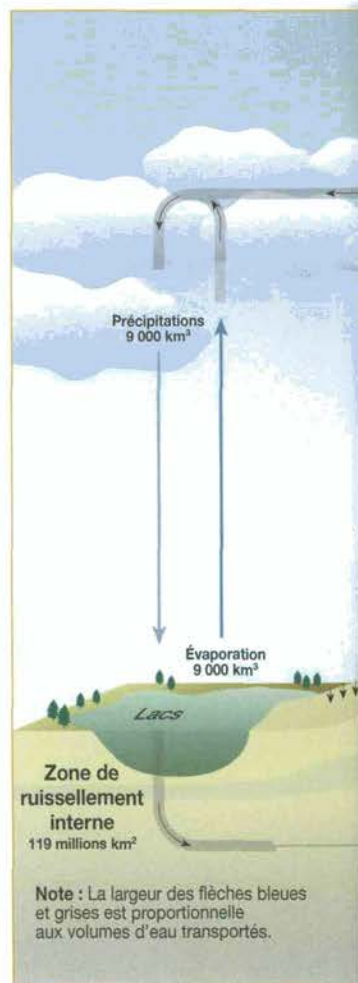
L'eau de la planète circule en un gigantesque et complexe mouvement perpétuel entre les terres émergées, l'océan et l'atmosphère. Chaque année, ce système hydrologique recycle près de 577 000 km³ d'eau.

Un incessant voyage entre la terre et l'atmosphère

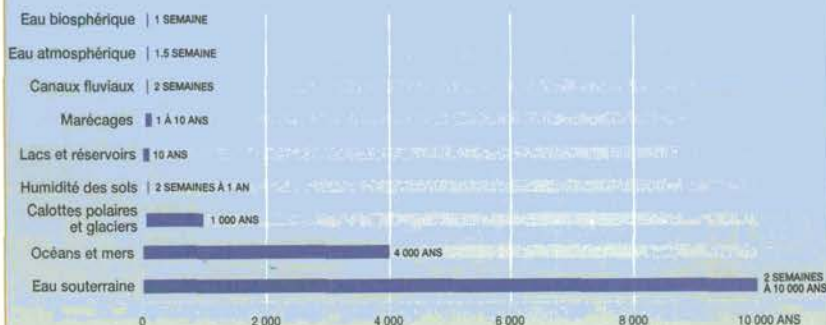
La présence de l'eau dans son état liquide, solide ou gazeux fait de la Terre une planète unique dans le système solaire, en y rendant possible la vie dans les formes que nous lui connaissons. L'eau s'y déplace vite et massivement, des continents vers les océans sous l'effet de la gravité, et de la Terre vers l'atmosphère grâce à l'énergie produite par le Soleil, moteur principal du cycle hydrologique. Plusieurs processus agissent simultanément en entraînant d'énormes échanges d'énergie : évaporation et évapotranspiration, condensation, précipitations (neige, pluie ou grêle), ruissellement ou infiltration.

L'eau ne disparaît jamais... Elle se régénère. Le volume d'eau actuel est probablement à peu près le même que celui d'il y a 20 millions d'années. Néanmoins, nous savons qu'une infime partie de l'eau se décompose et disparaît dans l'espace, et qu'une infinitésimale quan-

Sources : Igor A. Shiklomanov, Institut hydrologique d'État (SHI, Saint-Petersbourg) et Organisation des Nations unies pour la culture, les sciences et l'éducation (UNESCO), Paris, 1999 ; Max Planck, Institute for Meteorology, Hambourg, 1994 ; Freeze, Allen, John, Cherry, Groundwater, Prentice-Hall : Engle Wood Cliffs NJ, 1979.

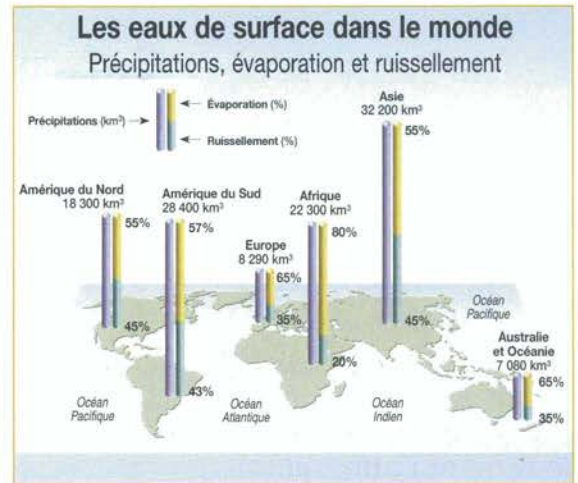


Temps de résidence estimé de l'eau selon son lieu de stockage

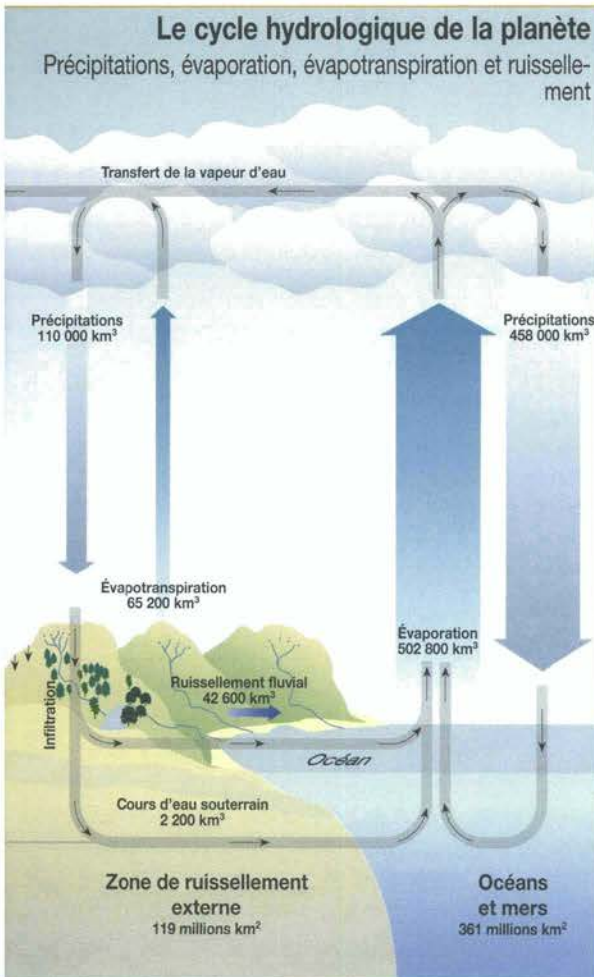


tité d'eau dite « juvénile » est restituée à l'atmosphère et aux océans par l'activité volcanique.

Chaque année, 511 800 km³ d'eau (88,7 % du total de l'eau recyclée annuellement) s'évaporent des mers et des océans alors que l'évapotranspiration (sols et plantes) ne représentent que 65 200 km³ (soit 11,3% du total de l'eau recyclée annuellement). La vapeur d'eau poursuit son chemin dans l'atmosphère où, quand l'air se refroidit, elle se condense pour former des nuages avant d'être précipitée à nouveau dans les océans (467 000 km³), ou sur les terres émergées (110 000 km³ ; sur ce total seulement 44 800 km³ atteignent réellement le sol, le reste, 65 200 km³, s'évapore avant). Lors de ce voyage, l'eau transporte des particules solides parfois de manière spectaculaire, comme en témoi-



Sources : Peter H. Gleick, *Water in Crisis*, New York Oxford University Press, 1993



gnent les rues de Paris recouvertes de sables sahariens après certaines pluies. Un volume total de 577 000 km³ est donc ainsi annuellement recyclé. Cette masse peut nous paraître énorme, elle ne représente pourtant que 0,04 % du stock hydrique mondial !

Le volume d'eau présent en permanence dans l'atmosphère représente environ 15 000 km³. Le volume total d'eau circulant sur les continents est de 119 000 km³. 35 % de celui-ci s'écoulent vers la mer, 65 % s'évaporent dans les zones endoréiques, ruissellent vers les océans ou s'infiltrent dans le sol et le substrat. La vitesse de régénération des nappes phréatiques dépend de la porosité et de l'état de saturation des terrains dans lesquels l'eau s'infiltre. Elle rejoint lentement les océans ou les mers intérieures (le temps de résidence de l'eau souterraine peut varier de quelques semaines à plusieurs dizaines de milliers d'années ; celui de l'eau des rivières est de quelques semaines au plus). L'eau peut aussi remonter à la surface et venir alimenter les cours d'eau, en particulier pendant les périodes sèches. Dans les régions très densément peuplées, l'urbanisation est aussi un facteur majeur de saturation des sols (imperméabilisation des surfaces) qui menace les réserves souterraines dont la régénération se fait de plus en plus difficilement.

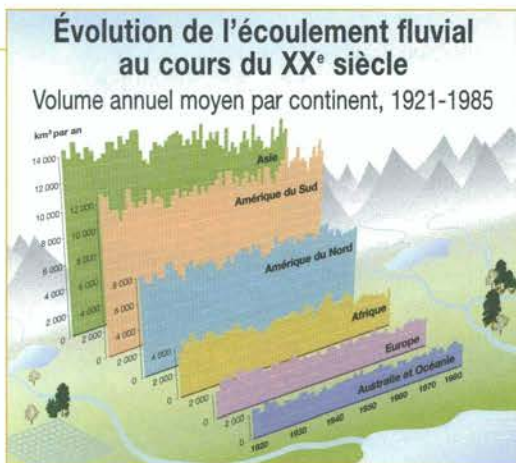


Un puissant moyen de transport

Les cours d'eau sont d'efficaces vecteurs de diffusion de la pollution industrielle et agricole, toutefois ralentie par les grands barrages qui régulent le débit des fleuves.

Des cycles très inégaux

Les écarts entre les cycles d'années sèches et humides par rapport aux valeurs moyennes sont de durées et d'ordres de grandeur variés. Ainsi, les périodes 1940-1944, 1965-1968 et 1977-1979 sont des périodes creuses pour le ruissellement fluvial dans le monde : celui-ci est tombé, selon les estimations, à 1 600-2 900 km³ en dessous de sa valeur moyenne. À l'inverse, les périodes 1926-1927, 1949-1952 et 1973-1975 ont connu des niveaux de ruissellement plus élevés. Les deux dernières décennies présentent une augmentation du ruissellement pour l'Amérique du Sud et un déclin pour l'Afrique. Les régions équatoriales, beaucoup plus arrosées que les autres, bénéficient en général d'un ruissellement plus abondant. L'Amazonie détient 15 % de la totalité de l'eau douce rejoignant l'océan, et le bassin du



Congo représente à lui seul 33 % du débit fluvial de l'Afrique. Le ruissellement est quasi-inexistant dans les zones arides et semi-arides (environ 40 % de la superficie terrestre et seulement 2 % du ruissellement).

Des sédiments pollués

L'essentiel de la pollution des cours d'eau provient des activités agricoles (pesticides) et industrielles (métaux lourds, radioactivité et acidification), et dans une moindre mesure des eaux d'égouts non traitées. Plus de 50 % des rivières dans le monde sont polluées : elles abritent une assez riche variété de polluants chimiques et organiques qui, mélangés aux sédiments, sont littéralement exportés (transportés par le courant), parfois à des milliers de kilomètres de leur lieu d'origine. Le transport des sédiments dans les cours d'eau peut s'ef-



fectuer soit par suspension dans l'eau, soit par déplacement sur le fond du lit grâce aux forces tractrices liées au courant.

Des barrages pour fragmenter les flux

La construction de grands barrages s'est accélérée considérablement au cours des 50 dernières années. Leur hauteur moyenne (une trentaine de mètres entre 1940 et 1990) est passée à 45 m dans les années 1990. La taille moyenne des lacs de barrages (réservoirs d'eau artificiels) a beaucoup varié depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale : 50 km² jusque dans les années 1970, 17 km² dans les années 1980 et enfin 23 km² dans les années 1990.

En 1997, on comptait plus de 45 000 grands barrages dans le monde, dont 22 100 en Chine, 6 390 aux États-Unis, plus de 4 000 en Inde, 1 000 en Espagne et 1 200 au Japon.

La Turquie, la Chine, le Japon, l'Irak, l'Iran, la Grèce, la Roumanie et l'Espagne, ainsi que certains pays situés dans le bassin de Paraná en Amérique du Sud ont lancé d'importants programmes de construction de barrages. Les chantiers les plus considérables se situent sur le Yangtze (38 barrages), le Tigre et l'Euphrate (19 barrages chacun) et le Danube (11 barrages).

Cette forme de régulation des flux, malgré son incontestable utilité (prévention des inondations, agriculture, production d'électricité) peut aussi avoir des conséquences négatives pour la population, qui se traduisent notamment par un déclin du rendement de la pêche, un appauvrissement de la biodiversité de l'eau douce et des sols dans les plaines d'inondation ainsi qu'une augmentation des mala-

dies telles que la schistosomiase et le paludisme. En Égypte, par exemple, le gigantesque barrage d'Assouan a réduit la taille du fertile delta du Nil ; sur les 47 espèces de poissons exploitées commercialement, 30 ont économiquement ou biologiquement disparu. Sur le fleuve Mississippi, la fréquence et la gravité accrues des inondations ont réduit les capacités du fleuve à nourrir la flore et la faune locale. On suspecte que les inondations de plus en plus fréquentes dans la vallée du Rhin sont liées à la rapide augmentation des surfaces bétonnées (infrastructures de transport, urbanisation).

Une analyse de la fragmentation des flux, présentée par l'Université d'Umeå, en Suède, et l'Institut des ressources mondiales, montre que sur 227 fleuves étudiés, 37 % ont été fortement affectés par la fragmentation et l'altération des cours, 23 % modérément et 40 % pas du tout. Au total, près de 90 % du volume d'eau des flux analysés ont été affectés à divers degrés par la fragmentation.

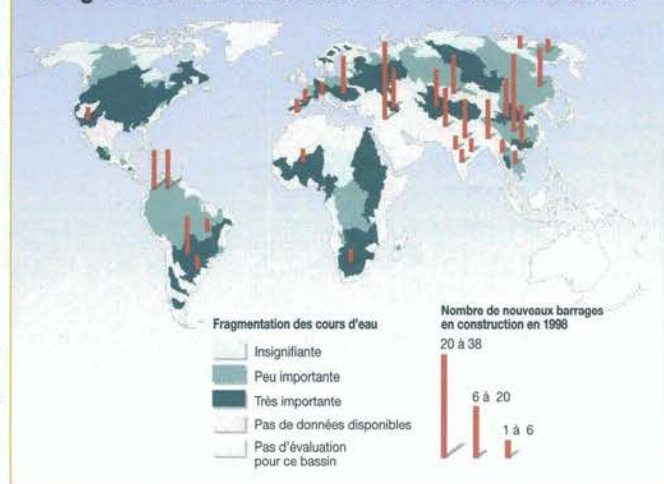
On considère qu'un système fluvial est « fortement fragmenté » lorsque le fleuve principal est régulé par des barrages sur les trois quarts de sa longueur - les débits du bras principal et des affluents sont de fait très sensiblement affectés.

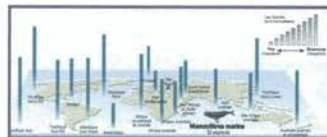
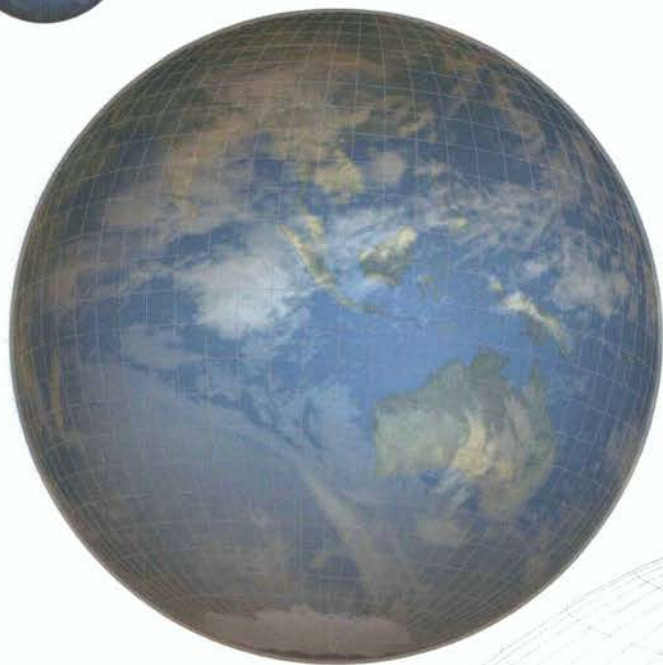
Les fleuves fragmentés sont dits « non affectés » si seuls les affluents sont régulés par un système de barrages (pas de barrages sur le fleuve principal) et que le débit total n'a pas décliné de plus de 2 %.

La longueur totale des fleuves modifiés pour la navigation est passée de moins de 9 000 km en 1900 à plus de 500 000 km en 1997.

Les seuls grands fleuves « libres » restant se trouvent des les régions polaires d'Amérique du Nord et de Russie (où ils sont pris par les glaces une partie de l'année), et dans les petits bassins côtiers d'Afrique et d'Amérique latine. De vastes portions des grands fleuves tropicaux, tels que l'Amazone, l'Orinoco ou le Congo, restent peu affectés. Le fleuve Yangtze, en Chine, le sera fortement lorsque le pharaonique barrage des « Trois gorges » sera terminé.

Fragmentation des fleuves et contrôle des flux





Difficile à évaluer, la vie marine ne fait l'objet de protocoles de sauvegarde que depuis les années 1970. Si la richesse et la variété des espèces marines sont encore loin d'être précisément connues, on sait déjà que nombreuses sont celles qui risquent de disparaître à court terme.

Les conséquences des activités humaines sur la biodiversité marine sont souvent difficiles à appréhender car indirectes. Ainsi, le réchauffement de l'atmosphère, qui accentue le phénomène climatique El Niño, est en partie responsable de la destruction des récifs coralliens. Les régions qui subissent les plus grandes menaces écologiques sont également celles où les peuples vivent dans les conditions les plus précaires. Est-il juste, dès lors, au nom de la préservation des milieux, d'imposer à ces populations des restrictions sur l'utilisation de ressources dont ils ont absolument besoin ?



La vie dans l'eau

La biodiversité marine (I)

p. 18-19

- Évolution du nombre d'espèces marines, 1970-1999
- Géographie de la biodiversité dans les océans

La biodiversité marine (II)

p. 20-21

- Récifs coralliens : la grande menace
- L'Asie du Sud-Est, riche en espèces de coraux
- Les coraux asiatiques en voie de disparition
- La lente destruction des coraux est-africains

La biodiversité marine (III)

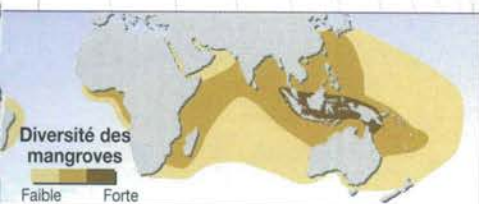
p. 22

- Distribution mondiale de la diversité des mangroves
- Distribution mondiale de la diversité des herbacées marines

La biodiversité en eau douce

p. 23

- Diversité des espèces de poissons dans les principaux bassins
- Évolution du nombre d'espèces d'eau douce





La biodiversité marine (I)

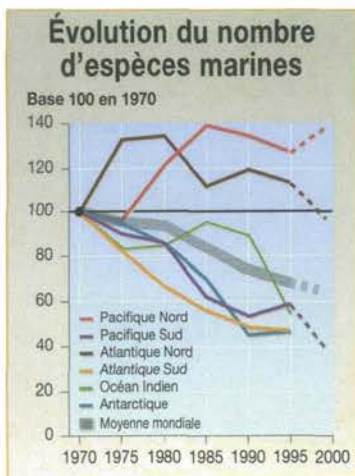
Les mers et les océans fournissent une grande partie de notre alimentation. La surexploitation des ressources halieutiques¹, ainsi que la pollution, met gravement en péril cet écosystème.

Protéger les espèces

La protection et l'utilisation durable des ressources marines et de la biodiversité sont régies par plusieurs conventions internationales, dont la Convention sur la diversité biologique (CDB) qui a été adoptée en 1992. Ce cadre de travail définit l'utilisation durable dans les termes suivants : « l'utilisation des composants de la diversité biologique d'une manière et à un taux n'entraînant pas le déclin à long terme de la diversité biologique, mais conservant au contraire son potentiel afin de répondre aux besoins et aux

aspirations des générations actuelles et futures ». On dispose d'informations relativement limitées sur la diversité des espèces et sur l'état des écosystèmes côtiers et marins. Il y a 1,7 million d'espèces animales et végétales connues, mais seulement 10 % d'entre elles sont répertoriées. Toutefois, les preuves s'accumulent quant à l'amenuisement des aires de distribution de nombreuses espèces. Celles-ci s'avèrent donc plus proches de l'extinction qu'on ne le croyait jusqu'à présent.

L'inexorable déclin des espèces marines



Sources : Living Planet Report 2000, World Wild Fund for Nature (WWF).

L'indice des populations des espèces marines présente une évaluation des changements moyens dans le temps pour les populations de 217 espèces de mammifères, oiseaux, reptiles et poissons. Il représente la valeur moyenne de 6 indices océaniques régionaux.

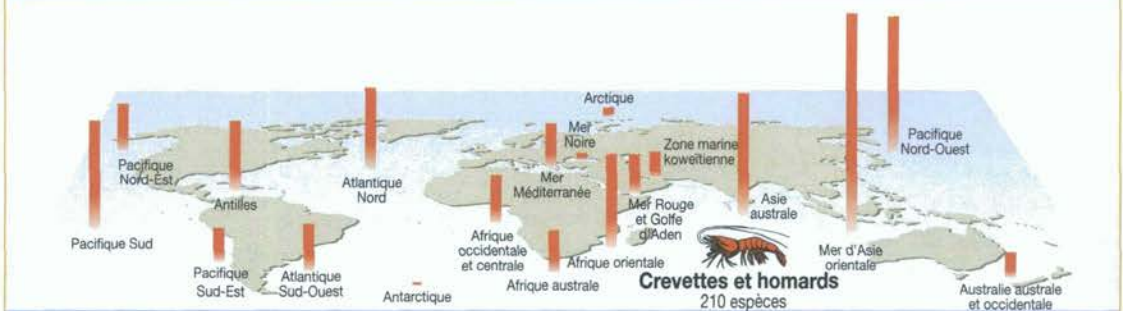
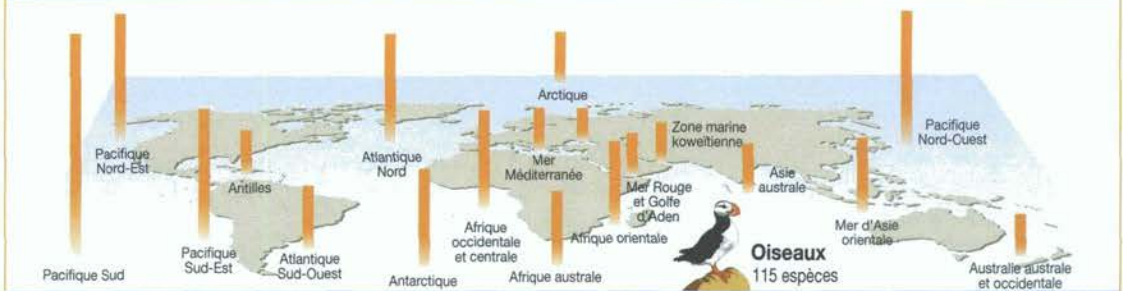
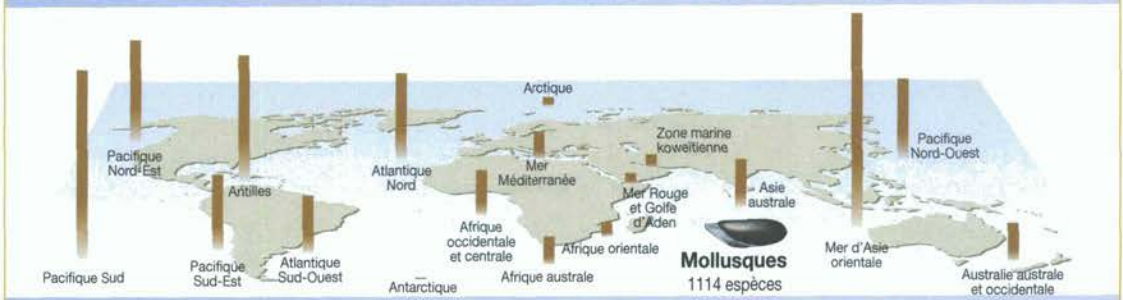
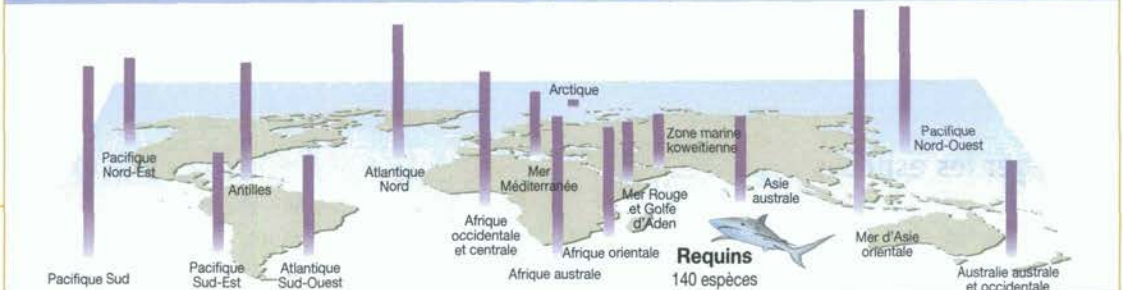
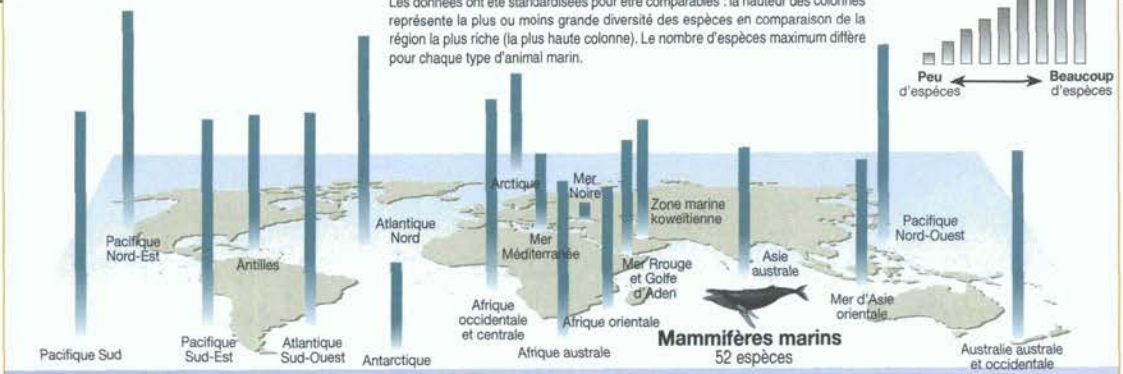
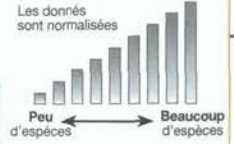
Les espèces marines sont en général plus difficiles à contrôler que les espèces terrestres. Les évaluations se fondent donc en priorité sur les récoltes des pêcheries ainsi que sur le contrôle des espèces se reproduisant sur terre (tortues, oiseaux, phoques, etc.). Ces espèces sont donc surreprésentées dans l'indice qui devrait indiquer une proportion beaucoup plus importante d'invertébrés.

Entre 1970 et 1999, cet indice a chuté d'environ 35 %. Les déclinés les plus importants se situent dans les océans de l'hémisphère sud, notamment parce que la dégradation des écosystèmes marins du monde industrialisé a commencé bien avant 1970.

¹ Les ressources halieutiques sont celles que l'on peut pêcher.

Géographie de la biodiversité dans les océans

Les données ont été standardisées pour être comparables : la hauteur des colonnes représente la plus ou moins grande diversité des espèces en comparaison de la région la plus riche (la plus haute colonne). Le nombre d'espèces maximum diffère pour chaque type d'animal marin.





La biodiversité marine (II)

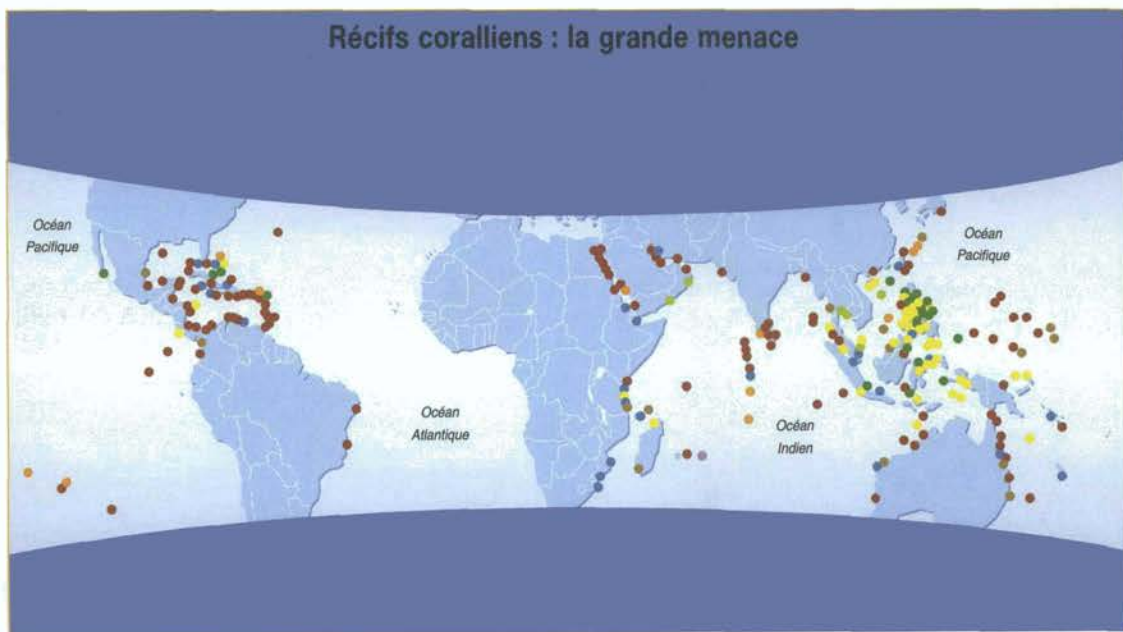
Les récifs coralliens sont le résultat de l'activité de minuscules animaux coloniaux vivant en symbiose avec des algues. Essentiels à la vie sur terre, ils sont, après la forêt amazonienne, le deuxième « poumon » du monde.

Où sont les coraux ?

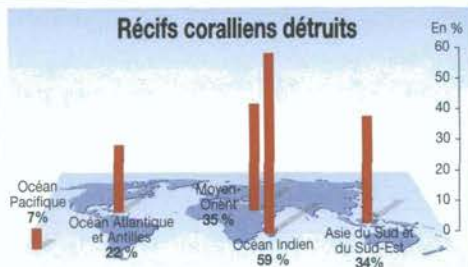
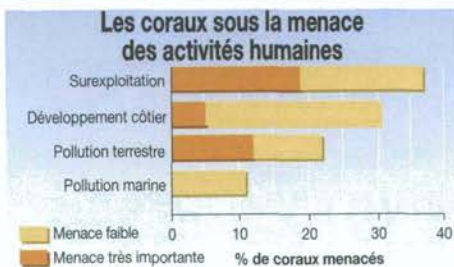
Deux grandes régions dans le monde se partagent le plus grand nombre de récifs coralliens : les Antilles et l'Asie-Pacifique. La diversité des coraux est plus riche dans l'Asie-Pacifique, autour des Philippines, de l'Indonésie et de la Papouasie-Nouvelle-Guinée.

Cette grande variété est d'ailleurs commune à de nombreux autres groupes de faune marine de la même région. Cependant, même s'ils présentent un nombre plus faible d'espèces, les coraux atlantiques sont uniques.

Récifs coralliens : la grande menace



- Principale cause de destruction
- Tourisme
 - Pêche par empoisonnement
 - Surexploitation
 - Sédimentation
 - Récolte des coraux
 - Pêche à la dynamite
 - Pollution



Les dégradations du littoral

Les zones côtières densément peuplées sont également celles dont le rivage subit le plus de dégradations. Ainsi, le littoral de la mer Noire et de la Méditerranée ainsi que celui de l'Asie du Sud ont été particulièrement modifiés.

Au contraire, les régions dont les côtes ont subi peu de dommages se trouvent dans l'Arctique, le Pacifique Nord-Est, le Pacifique austral, l'Afrique

L'Asie du Sud-Est, riche en espèces de coraux



Source : UNEP-WFMC, 2001.

centrale et occidentale, l'Afrique orientale, la mer Rouge et le Golfe.

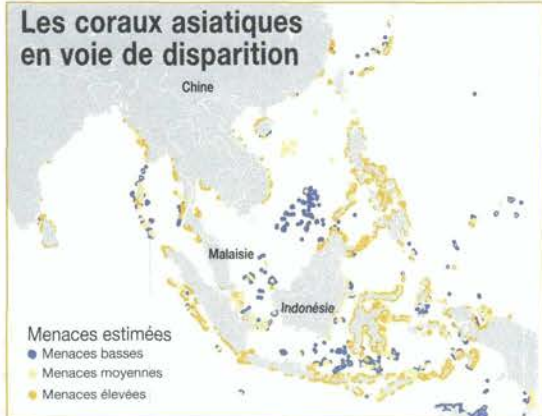
Les récifs coralliens en danger de mort

L'archipel indonésien et les autres îles d'Asie de l'Est concentrent le tiers des récifs coralliens mondiaux. Dans ces régions, parmi les plus fortement peuplées du globe, les coraux sont particulièrement menacés. La pêche à la dynamite et au cyanure, certes destructrice, n'en est pas la seule cause. Tout ce qui réduit l'ensoleillement (nécessaire aux zooxanthelles, les algues symbiotiques de coraux), modifie la température de l'eau ou sa limpidité y contribue aussi. C'est le cas du phénomène climatique El Niño, dont la relation avec les activités humaines n'est pas encore prouvée. Les grands incendies de forêts de 1997 – qui ont masqué le soleil pendant trois mois tandis que les terres calcinées ont fourni beaucoup plus de sédiments dans la mer –, ont causé des ravages considérables. L'exploitation intensive des coraux pour l'industrie du tourisme (fabrication de souvenirs, etc.) achève encore de dégrader les récifs survivants. Cette véritable dévastation est très inquiétante et d'autant plus grave que beaucoup d'entre

eux, isolés du fait des conditions particulières aux archipels, abritent un grand nombre d'espèces ou de variétés qu'on ne retrouve nulle part ailleurs dans le monde.

À l'ouest de l'océan Indien, les côtes de Madagascar et de l'Afrique australe et, surtout, celles des îles de cette région (Comores, Seychelles...) abritent de vastes récifs de coraux organisés en barrières. Là aussi, les activités humaines (notamment la pêche à l'explosif) et la pollution de l'environnement font courir de graves périls à ces milieux d'une grande richesse écologique.

Les coraux asiatiques en voie de disparition



Source : Bryant et al., 'Reefs at Risk: a Map-Based Indicator of Threats to the World's Coral Reefs', World Resources Institute (WRI), Washington DC, 1998.

La lente destruction des coraux est-africains



Source : Bryant et al., 'Reefs at Risk: a Map-Based Indicator of Threats to the World's Coral Reefs', World Resources Institute (WRI), Washington DC, 1998.



La biodiversité marine (III)

Formations végétales des marges continentales, les mangroves et formations herbacées sont des milieux fragiles dont la dégradation a de graves conséquences sur la vie des populations.

Les mangroves

Les mangroves, forêts littorales marines tropicales constituées surtout de palétuviers, couvrent moins de 8 % des côtes mondiales dont un quart du littoral tropical, et ne comprennent que quelques espèces. L'océan Indien et l'océan Atlantique (Afrique de l'Ouest, Amérique du Nord et Amérique du Sud) ont des flores uniques. Comme pour les coraux, la région présentant la plus grande diversité se situe en Asie du Sud-Est, notamment autour de l'archipel indonésien.

Les mangroves, vitales pour la protection des côtes, la purification de l'eau et l'absorption du CO², sont un lieu privilégié pour la reproduction et la crois-



Source : UNEP-WCMC
2001.

sance de nombreuses espèces de poissons, et représentent donc un atout majeur pour une activité économique telle que la pêche. Pourtant, malgré leur rôle, depuis les années 1980, la moitié des forêts de mangroves a disparu. La cause ? Les industries de coupe du bois, et la conversion des forêts en zones d'agriculture ou d'aquaculture.

Les herbacées marines

Les prairies d'herbacées marines se répartissent en trois zones dans le Pacifique : l'Asie-Pacifique (Indonésie, Malaisie et Papouasie-Nouvelle-Guinée), les mers entourant le Japon, et le sud-ouest de l'Australie.

Les lits d'herbacées couvrent, dans le monde, moins de 10 % des eaux côtières peu profondes. Cependant, ces plantes représentent des aires de reproduction importantes pour les espèces de poissons, notamment ceux qui sont commercialisés. Les herbacées servent également de protection côtière et permettent de purifier l'eau, d'absorber le CO² et de stabiliser les sédiments.



Source : UNEP-WCMC
2001.

Dans cet écosystème, vit une riche diversité d'espèces. Cependant, les herbacées marines sont menacées par les dragues effectuées pour les chantiers navals, les ports et les voies de navigation, mais aussi par le chalutage benthique¹, la conversion à l'aquaculture, la pollution des côtes, le nettoyage des plages et le tourisme.

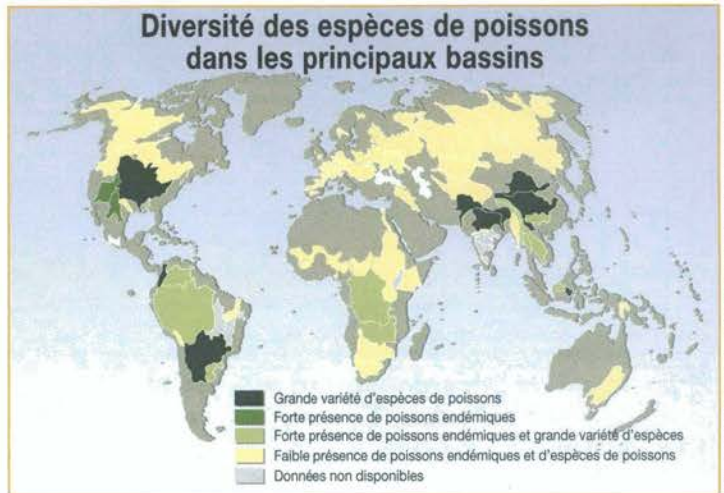
¹ Le benthos est l'ensemble des organismes qui vivent sur les fonds des mers et s'y déplacent peu.

La biodiversité en eau douce

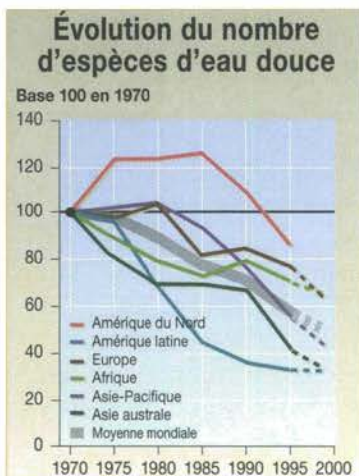
Fleuves, lacs et zones humides abritent une vaste population de poissons et d'animaux d'eau douce, malheureusement menacée par la pollution due aux activités humaines.

La richesse des peuplements

Bien que les écosystèmes d'eau douce tels que les fleuves, les lacs et les zones humides occupent moins de 2 % de la superficie totale de la terre, ils fournissent une vaste fourchette d'habitats utilisés par une quantité considérable d'espèces végétales et animales. Si de nombreuses espèces d'eau douce restent encore inconnues, on estime toutefois leur nombre entre 9 000 et 25 000. La pollution agricole et industrielle des cours d'eau est la principale cause de la réduction du nombre d'espèces.

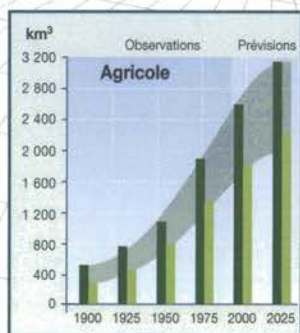
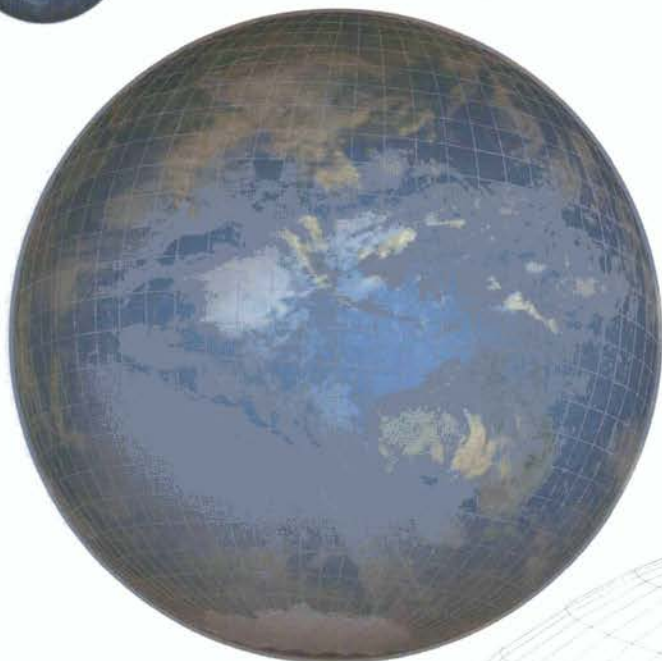


Des espèces de moins en moins nombreuses



Source : J. Loh (ed.), Living Planet Report 2000, World Wide Fund for Nature (WWF).

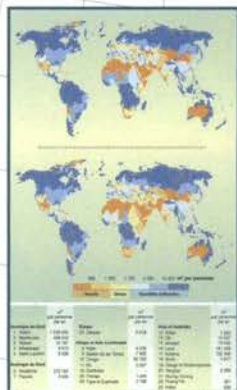
Ce graphique nous montre qu'au cours des 30 dernières années, les populations de quelque 194 espèces d'oiseaux, de mammifères, de reptiles, d'amphibiens et de poissons d'eau douce ont régulièrement diminué. Le déclin a été beaucoup plus faible en Amérique du Nord et en Europe que dans les autres régions, en partie parce que la dégradation des écosystèmes d'eau douce dans le monde industrialisé a eu lieu avant 1970. Le statut de la population des mammifères et des oiseaux d'eau douce est mieux connu que celui d'autres groupes. En revanche, celui des poissons l'est beaucoup moins, même si de nombreux biologistes pensent que ces espèces figurent parmi les plus menacées du monde. De récentes études soulignent l'important déclin, dans le monde, des populations d'amphibiens depuis les années 1950.



La consommation d'eau douce est liée à la population et au degré de développement industriel. Elle a tendance à se stabiliser en Europe et en Amérique du Nord où l'industrialisation est ancienne et la croissance démographique faible. En revanche, elle est importante en Asie où l'on trouve la majeure partie des terres irriguées – l'agriculture étant, d'une manière générale, le premier secteur consommateur d'eau douce – et c'est en Afrique et en Amérique du Sud qu'elle devrait augmenter le plus.

Dès aujourd'hui, un quart de la population mondiale atteint la limite des ressources disponibles, ce qui pose déjà des problèmes de santé publique. La nécessité d'assurer une distribution d'eau douce régulière a induit la construction de réservoirs, mais leur efficacité est limitée par l'évaporation naturelle et l'augmentation de la consommation domestique, difficiles à planifier.

L'exploitation des sources souterraines ne peut être une solution à long terme. L'assainissement en revanche est beaucoup plus efficace, mais demeure hors de portée des pays en voie de développement. La pénurie d'eau touche en premier lieu l'Afrique et les pays du sud de l'Asie centrale.



L'homme : un hyperconsommateur d'eau

Gestion de l'eau : prélèvements et consommation (I)

p. 26-27

- Prélèvements et consommation d'eau dans le monde aujourd'hui
- Prélèvements et consommation d'eau dans le monde : les prévisions
- La consommation industrielle et domestique comparée à l'évaporation des réservoirs
- Prélèvements et consommation d'eau dans le monde par secteur

Gestion de l'eau : prélèvements et consommation (II)

p. 28-29

- Prélèvements d'eau douce pour l'agriculture
- Prélèvements d'eau douce pour l'industrie
- Prélèvements d'eau douce pour l'utilisation domestique
- Prélèvements d'eau douce dans le monde

Une eau qui se fait rare (I)

p. 30-31

- Ressources mondiales en eau douce
- Prélèvements annuels d'eau douce en pourcentage des réserves totales disponibles

Une eau qui se fait rare (II)

p. 32-33

- Disponibilité mondiale en eau douce en 2000
- L'Afrique face à une pénurie annoncée

Le droit à l'eau potable pour tous

p. 34-35

- Accès à l'eau potable
- Qui profite de l'eau propre en Afrique ?





L'homme : un hyperconsommateur d'eau

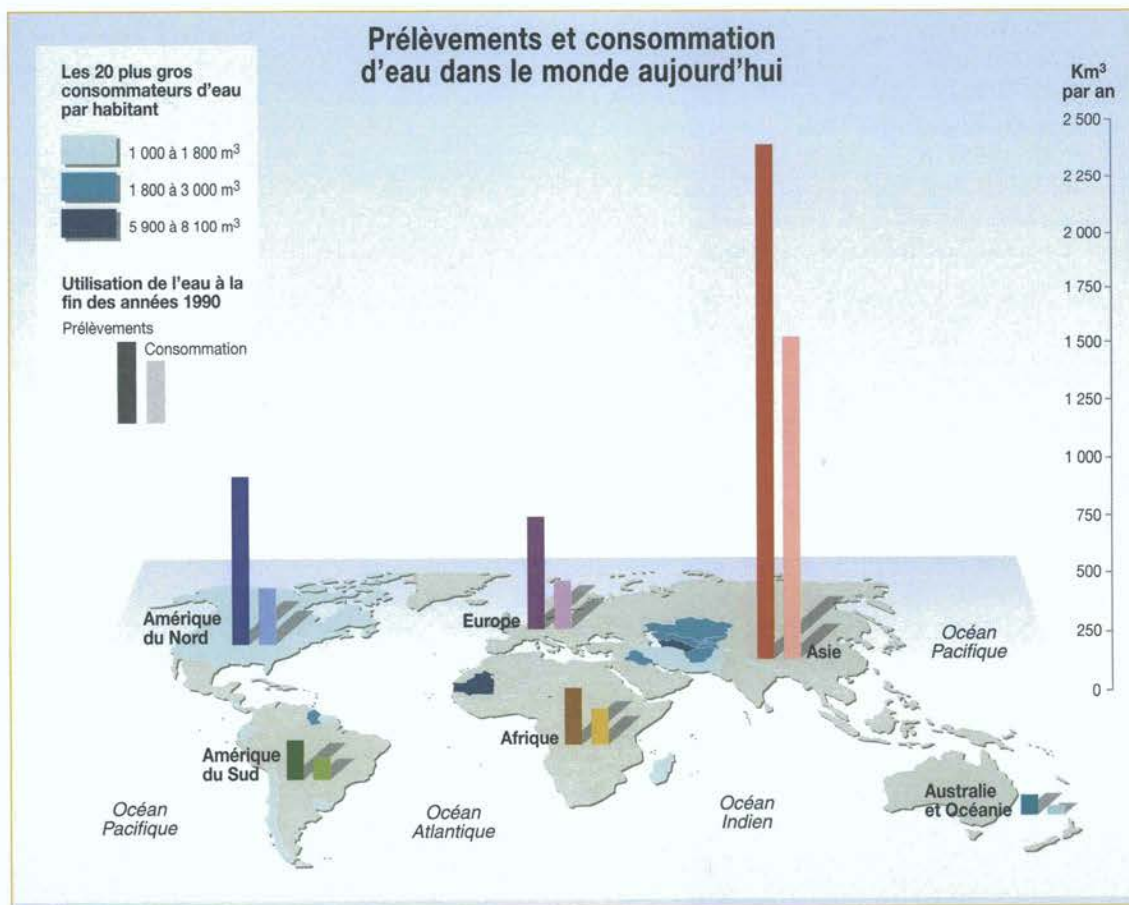
Gestion de l'eau : prélèvements et consommation (I)

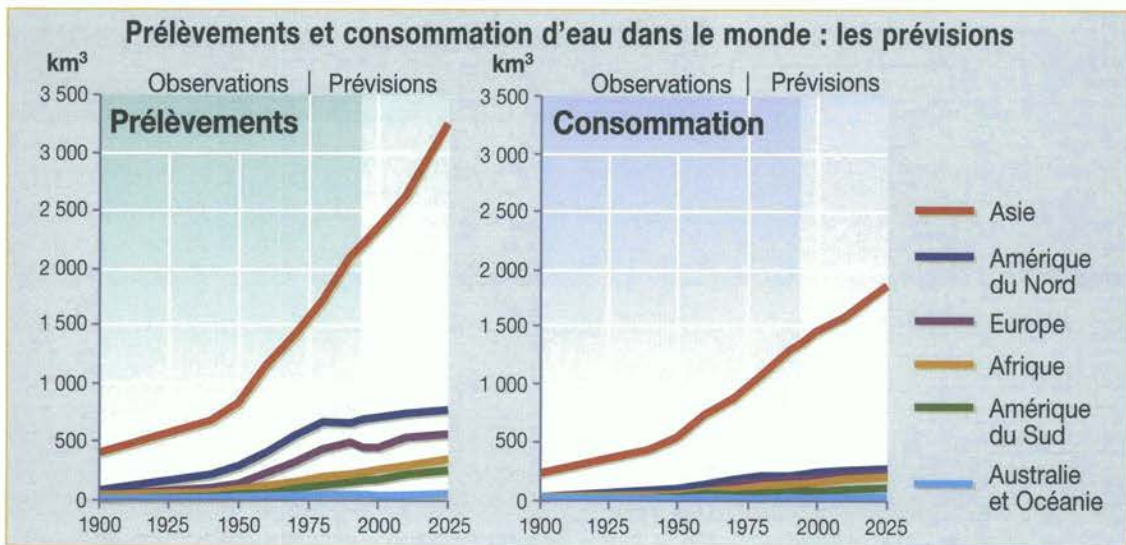
L'homme prélève beaucoup plus d'eau qu'il n'en consomme, et n'a pas encore trouvé le mode de gestion qui lui permettrait d'atténuer cette déperdition.

Le grand gâchis

4 430 km³ : voilà le volume d'eau douce prélevé chaque année par l'Homme. Ce chiffre est à mettre en regard avec la quantité consommée : 2 300 km³, soit seulement la moitié du prélèvement total d'eau douce... Cette énorme déperdition n'est pas seulement liée à l'évaporation (bien que ce soit le facteur le plus important), mais aussi aux plus ou moins bonnes méthodes de gestion.

L'Afrique, par exemple, consomme plus des trois-quarts de ce qu'elle prélève, alors que l'Amérique du Nord en consomme un tiers seulement. Aujourd'hui, l'Asie demeure le poids lourd de la consommation, abritant plus de la moitié de la population mondiale et la majorité des terres irriguées. Elle représente à elle seule 70 % de la consommation mondiale.

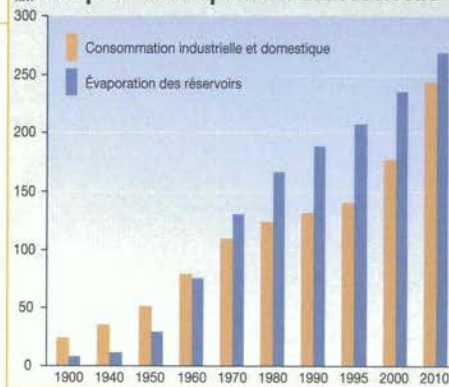




Ce que réserve l'avenir

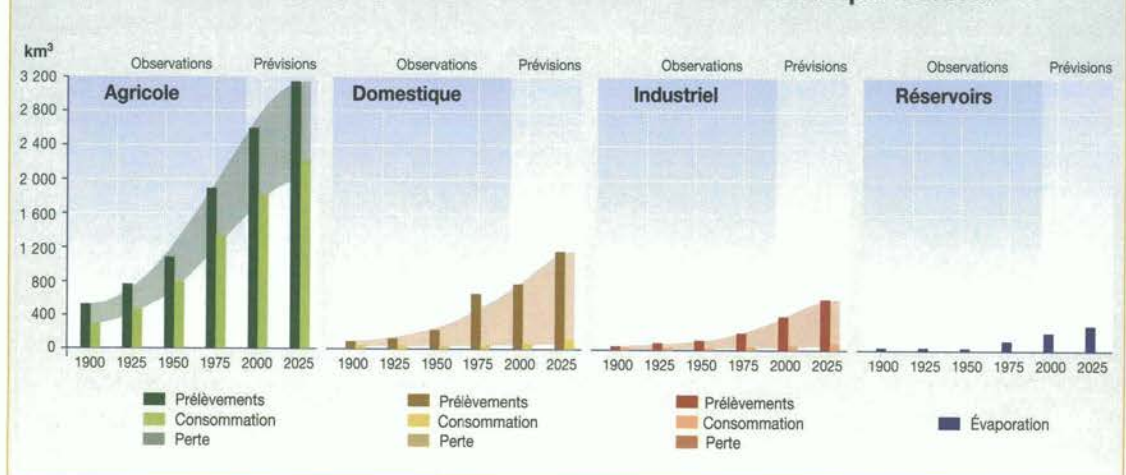
Les écarts entre les prélèvements et la consommation vont continuer à s'accroître, autrement dit, les pertes vont considérablement augmenter. C'est en Afrique et en Amérique du Sud que l'augmentation des prélèvements devrait être la plus significative. Elle devrait rester relativement modérée en Europe et en Amérique du Nord.

La consommation industrielle et domestique comparée à l'évaporation des réservoirs



Sources : Igor A. Shiklomanov, Institut hydrologique d'État (SHI, Saint-Petersbourg), et Organisation des Nations unies pour l'éducation, les sciences et la culture (UNESCO, Paris), 1999.

Prélèvements et consommation d'eau dans le monde par secteur



Sources : Igor A. Shiklomanov, Institut hydrologique d'État (SHI, Saint-Petersbourg), et Organisation des Nations unies pour l'éducation, les sciences et la culture (UNESCO, Paris), 1999.



Gestion de l'eau : prélèvements et consommation (II)

Au cours des vingt prochaines années, les besoins en eau vont continuer d'augmenter. Les ressources, bien qu'abondantes, ne sont pas inépuisables et les régions les plus peuplées pourraient avoir à faire face à des pénuries majeures.

Le secteur agricole

L'agriculture est de loin le plus gros utilisateur d'eau douce. En 2000, environ 15 % des terres cultivées dans le monde étaient irriguées et représentaient 50 % de la valeur totale de la production mondiale alimentaire. La superficie des zones d'irrigation était de 253 millions d'hectares en 1995 et sera, selon les prévisions, d'environ 330 millions d'hectares en 2025.

La situation varie considérablement d'un continent à un autre. Aux États-Unis, le secteur agricole représente 50 % des prélèvements d'eau contre plus de 85 % en Afrique et en Asie.

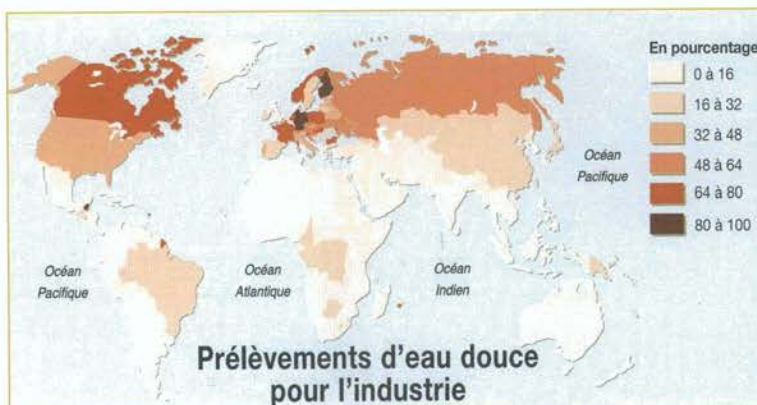


Sources : World Resources 2000-2001, People and Ecosystems: The Fraying Web of Life, Institut des ressources mondiales (WRI), Washington DC, 2000.

Le secteur industriel

La majeure partie de l'eau des réservoirs artificiels sert, grâce aux barrages, à produire de l'électricité. Cependant une très importante quantité de cette eau s'évapore.

Le secteur industriel représente 20 % des prélèvements d'eau douce, dont 70 % sont utilisés pour la production d'électricité, le reste pour l'industrie.



Sources : World Resources 2000-2001, People and Ecosystems: The Fraying Web of Life, Institut des ressources mondiales (WRI), Washington DC, 2000.

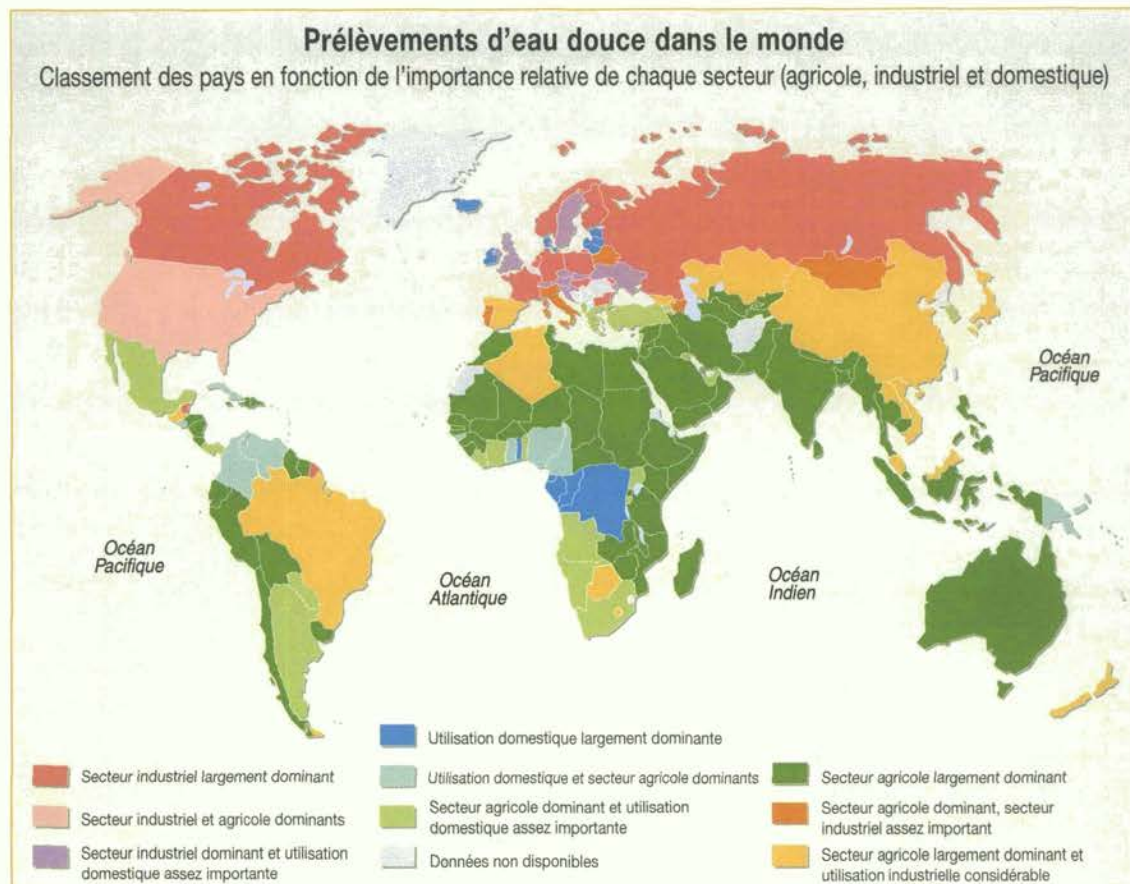
La consommation domestique

Les prélèvements pour l'utilisation domestique sont deux fois plus importants que les prélèvements destinés à l'industrie. Les niveaux de consommation domestique présentent de très fortes disparités : la consommation moyenne journalière dans les pays développés est de 500 à 800 litres, contre seulement 60 à 150 litres dans les pays en voie de développement. Dans les grandes villes disposant d'une distribution d'eau centralisée et d'un système de canalisations modernes, la consommation domestique ne représente pas plus de 5 à 10 % du total des prélèvements



d'eau, lesquels sont estimés à entre 300 et 600 litres par personne et par jour (100 à 150 litres dans les petites villes).

Sources : World Resources 2000-2001, People and Ecosystems; The Framing Web of Life, Institut des ressources mondiales (WRI), Washington DC, 2000



Sources : Basé sur des données du tableau RW1 de World Resources 2000-2001, People and Ecosystems; The Framing Web of Life, Institut des ressources mondiales (WRI), Washington DC, 2000.



L'homme : un hyperconsommateur d'eau

Une eau qui se fait rare (I)

Aujourd'hui, 20 % de la population mondiale ne dispose d'aucun accès à l'eau potable ; dans vingt ans, si aucune action d'envergure n'est mise en place, près de trois milliards de personnes seront victimes de la pénurie d'eau. Des chiffres que l'on ne commente plus.

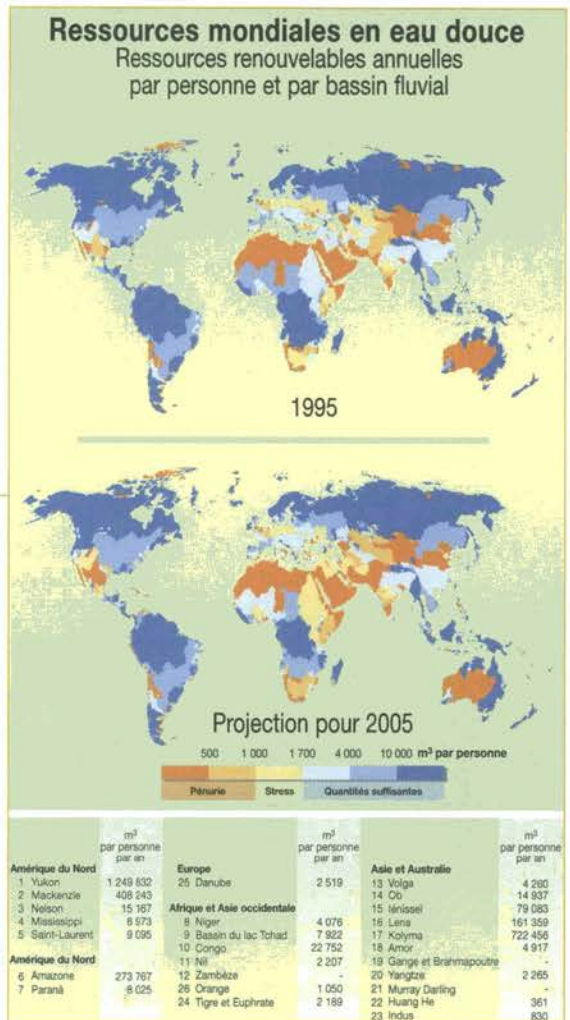
Stress hydrique et pénurie d'eau

On dit qu'une région souffre de stress hydrique lorsque ses ressources annuelles en eau sont inférieures à 1700 m³ par personne. On parle de pénurie d'eau lorsque la quantité d'eau prélevée des lacs, des rivières ou du sous-sol est d'une telle ampleur que les ressources en eau, inférieures à 1000 m³ par personne, ne peuvent plus répondre ni aux besoins humains ni aux écosystèmes.

Autant d'eau, mais de moins en moins disponible

Le volume total d'eau douce de la planète reste globalement le même. L'eau douce est très inégalement distribuée, certaines régions bénéficiant d'excédents considérables, d'autres souffrant de pénuries chaque année plus graves. Ces régions vulnérables, souvent situées dans les pays en voie de développement, sont d'autant plus exposées que la croissance rapide de la population crée, sur les ressources en eau, une pression supplémentaire.

Environ 1,6 milliard de personnes (25 % de la population mondiale) vivent dans des pays en situation de stress hydrique.



Note : Les numéros correspondent à la carte page 11.

Mérida : l'inévitable contamination de la nappe phréatique

La ville de Mérida, dans la péninsule de Yucatan au Mexique, ne possède aucun système de traitement des eaux. Elle élimine la majeure partie de ses eaux usées directement dans le sol par l'intermédiaire de fosses septiques, d'infiltrations et de fosses à purin. Les fissures naturelles du calcaire local entraînent très rapidement l'eau polluée vers les nappes phréatiques. La zone d'infiltration est quasiment incapable de retenir

ce mouvement, car ses fissures sont beaucoup plus grandes que les micro-organismes pathogènes. La nappe aquifère peu profonde est contaminée par des coliformes fécaux (CF), dans une proportion allant généralement de 1000 à 4000 pour 100 ml, alors que le taux de concentration autorisé par l'OMS (Organisation mondiale de la santé) pour l'eau potable est inférieur à 1CF pour 100 ml.

La menace qui pèse sur les eaux souterraines

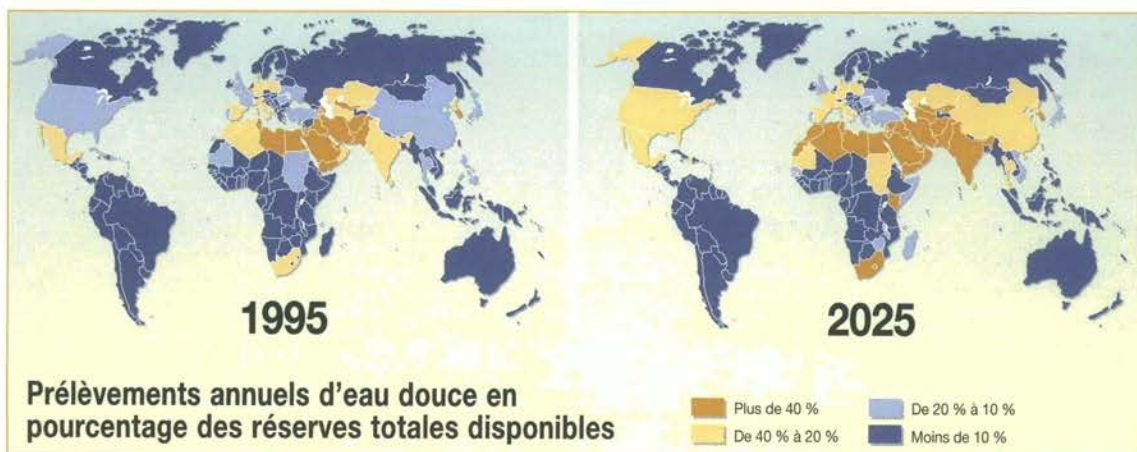
On estime que les nappes aquifères fournissent 20% des besoins en eau de la population vivant dans des régions arides et semi-arides. Bien que ces nappes soient permanentes, elles ne bénéficient que d'une recharge saisonnière limitée et irrégulière, et sont donc susceptibles de diminuer rapidement. Le déplacement des populations vers les zones urbaines crée des besoins croissants qui pèsent très lourdement sur les eaux souterraines, notamment dans les pays en voie de développement.

Lorsque les villes sont situées au-dessus de nappes aquifères productives et loin des ressources d'eau de surface, elles s'approvisionnent en puisant d'abord l'eau souterraine. Et si aujourd'hui, ces nappes réussissent à répondre aux besoins importants de plusieurs grandes villes : Mérida (Mexique), Madras (Inde), Bangkok (Thaïlande), Hat Yai (Thaïlande),

Santa Cruz (États-Unis), Dakar (Sénégal). Leur exploitation incontrôlée (rejet de déchets solides et liquides) entraîne de très graves problèmes de pollution.

L'existence de dispositifs d'approvisionnement et de traitement peut aussi modifier radicalement les mécanismes de remplissage des nappes aquifères, non seulement en bouleversant les rythmes de recharge, mais aussi et surtout en favorisant le passage de nombreux types de polluants qui les contaminent.

Enfin, on estime que près de 1,3 milliard de personnes (environ 20 % de la population mondiale en 2000) ne disposent d'aucun accès à de l'eau propre en raison de la pollution/contamination de l'eau. L'OMS (Organisation mondiale de la santé) estime aujourd'hui le nombre de cas de maladies à transmission hydrique à 4,2 milliards par an.





Une eau qui se fait rare (II)

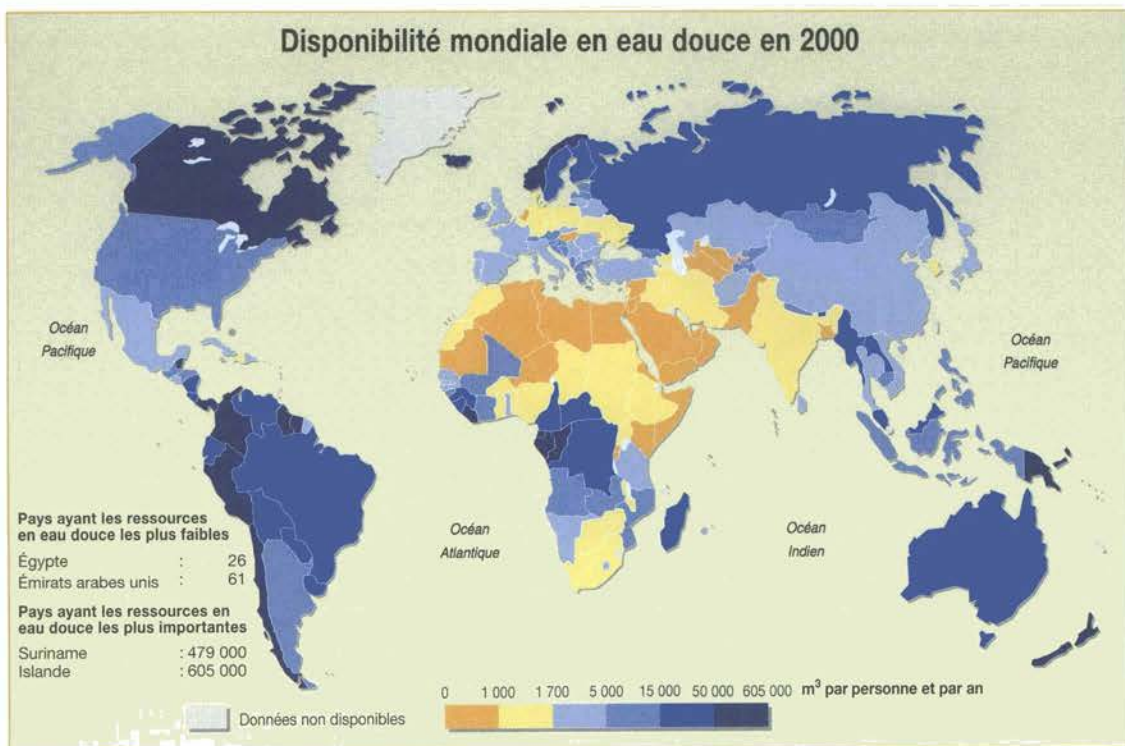
Pénuries et développement

À mesure que la population augmente et exerce sur le milieu une pression considérable, l'eau se raréfie : entre 1950 et 2000, le volume d'eau disponible pour la consommation est passé de 16 800 m³ à 7 300 m³ par personne et par an, soit une réduction de plus de la moitié en cinquante ans ! Les projections indiquent que ce chiffre tombera même à 5 100 m³ en 2025. Cette valeur est une moyenne, et à supposer que cette quantité soit équitablement distribuée, elle serait encore largement suffisante pour subvenir aux besoins de tous les habitants de la terre. Malheureusement, elle cache de profondes disparités : les disponibilités en eau au Canada, au Chili, en Nouvelle-Zélande ou en Norvège, par exemple, dépassent largement les 50 000 m³ par personne et par an, alors que la plupart des pays du Maghreb, du Golfe ou du sud de l'Asie centrale

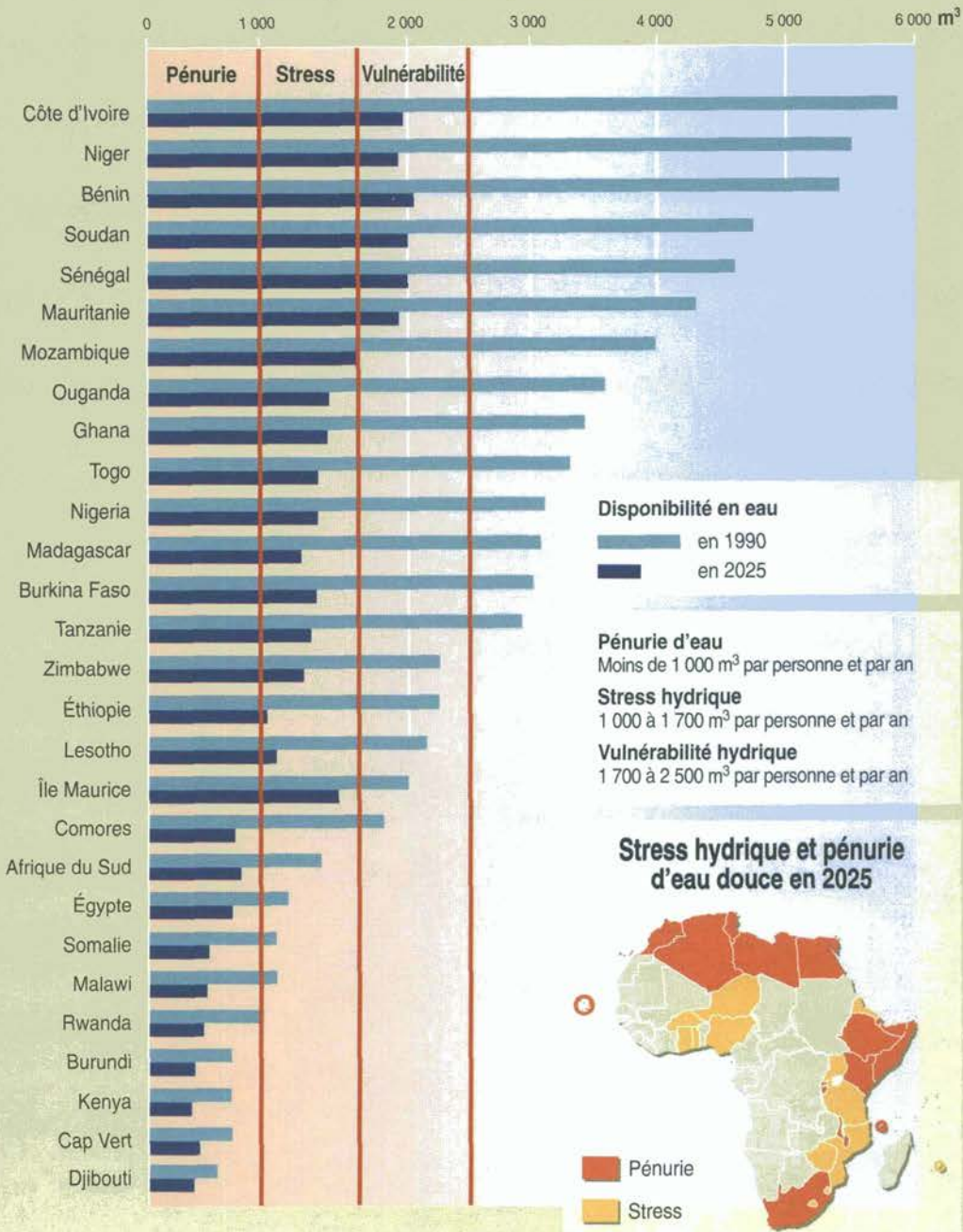
(Turkménistan et Ouzbékistan) – avec des valeurs inférieures à 1 000 m³ par personne et par an – doivent affronter aujourd'hui de très graves pénuries.

Cette inégale répartition induit bien sûr, pour la population, un inéquitable accès à l'eau douce. Par exemple, l'Asie regroupe 60 % de la population mondiale (3,7 milliards de personnes en 2000) pour seulement 36 % du ruissellement fluvial total, survenant principalement lors de la courte saison des moussons, et créant des conditions potentielles de crise. En revanche, l'Amérique du Sud qui compte seulement 6 % de la population mondiale (342 millions de personnes en 2000) alors qu'elle bénéficie de 26 % du ruissellement fluvial se trouve être en situation largement excédentaire. Ces chiffres ne tiennent pas compte des prélèvements d'eau souterraine.

Disponibilité mondiale en eau douce en 2000



L'Afrique face à une pénurie annoncée



Aujourd'hui, 450 millions de personnes sont exposées à des pénuries ou des stress hydriques endémiques, c'est-à-dire qu'elles disposent de moins de 1 700 m³ par personne et par an, valeur en deçà de laquelle les besoins vitaux ne sont plus assurés. Le PNUE (Programme des Nations unies

pour l'environnement) craint que, vers 2025, 3 milliards d'êtres humains se retrouvent dans cette situation. En 2050, ce chiffre pourrait passer à 4 milliards, soit 40 % de la population mondiale projetée à 9,4 milliards (estimation basse des Nations unies).

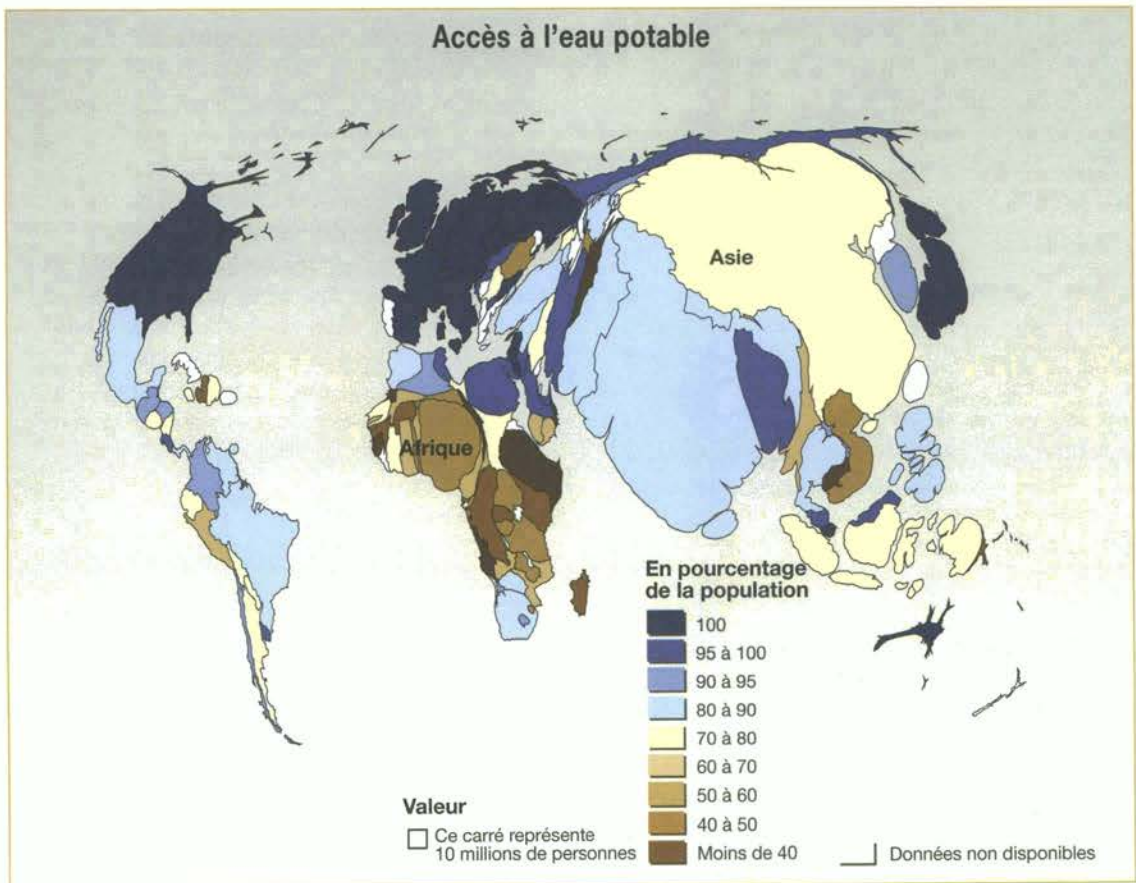


L'homme : un hyperconsommateur d'eau

Le droit à l'eau potable pour tous

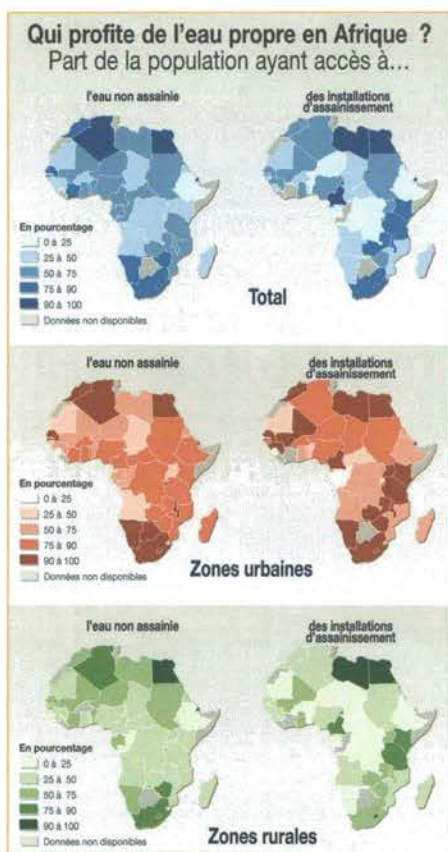
Le niveau d'approvisionnement en eau potable, l'état des installations d'assainissement et des stations de traitement reflètent fidèlement les inégalités d'accès aux ressources vitales : la question de l'eau est maintenant réglée dans les pays développés, mais elle tue toujours en masse dans les pays les moins développés...

À quoi sert d'avoir de l'eau si on ne peut pas la boire ?



Les ressources en eau sont très variables selon les régions. Qu'ils appartiennent à des zones arides ou très humides, les pays en voie de développement sont tous confrontés au problème de l'approvisionnement de l'eau. Très souvent, les canalisations, faute de moyens, sont vétustes et non entretenues, le coût étant très élevé pour les populations. Le vandalisme aggrave encore, ça et là, la situation. Les moyens manquent cruellement pour mettre en place une politique de gestion efficace. La Banque mondiale estime à 600 milliards de dollars le coût de la réfection des systèmes d'acheminement de l'eau. Au cours des années 1990, la quantité d'eau potable disponible par habitant a chuté de 64,3 % en Afrique, de 50 % en Asie et de 41,2 % dans les Antilles. En Europe, elle n'a diminué que de 16 %.

Pour des raisons de santé publique, il est impératif que les eaux usées et l'eau de consommation ne soient jamais en contact. Cela nécessite, d'une part, des infrastructures de pompage et d'extraction, des réservoirs de stockage et un réseau de distribution fonctionnel et, d'autre part, des bassins d'assainissement et des usines d'épuration réglementés par



Source : OMS/Unicef, 2000.

des protocoles stricts. Ces infrastructures, qui pèsent déjà lourd sur le budget des communes des pays développés, se révèlent inabordable pour les pays pauvres. Les conséquences sont désastreuses : un grand nombre de pathologies mortelles sont dues à la consommation d'eau infectée. À titre d'exemple, le choléra, qui a disparu des pays industrialisés, a récemment fait une réapparition en Afrique, notamment au Malawi (où l'on a dénombré 2 000 cas en 2002). La dysenterie, qui ne sévit plus que dans le tiers-monde où elle fait chaque année des dizaines de milliers de morts, est également liée à la consommation d'eau insalubre.

L'un des premiers impératifs de la modernisation des pays en voie de développement est

donc la mise en place d'un système efficace de distribution de l'eau potable et de traitement des eaux usées. La gestion de l'eau implique également l'éducation des consommateurs et une rationalisation de l'emploi qui en est fait dans l'industrie et, surtout, dans l'agriculture. Arroser moins mais mieux est possible, et nécessite là encore un investissement que bien peu de cultivateurs des pays en voie de développement peuvent se permettre.

L'exemple de l'Afrique

Le continent africain illustre bien les liens entre développement et accès à l'eau. L'Afrique du Sud, en dépit de ressources limitées, a su gérer au mieux la distribution et le traitement de l'eau et a atteint un niveau de développement comparable à celui des pays occidentaux, mais pour la partie de la population la plus favorisée seulement. À l'inverse, les pays pauvres d'Afrique subsaharienne, en dépit de

ressources réelles, n'ont qu'un accès très limité à l'eau potable.

La disparité entre zones urbaines et rurales est également un indice de développement : dans les pays les plus développés, l'accès à l'eau est équivalent que l'on soit en ville ou à la campagne, alors que dans ceux du tiers-monde, les villes absorbent tous les efforts de modernisation.

Les activités humaines : une menace pour l'eau

La pollution marine

p. 38-39

- Les littoraux menacés
- Populations côtières et rivages en danger
- La pollution côtière touche essentiellement le monde riche

La pollution agricole des bassins

p. 40-41

- Le processus d'eutrophisation
- Niveaux moyens de phosphate dissous
- Niveaux moyens d'azote dans le monde

La pêche dans le monde

p. 42-43

- La pêche dans le monde
- Évolution du volume de poissons pêchés depuis 1950
- Les changements des aires de frai de l'anchois

Réchauffement terrestre et élévation du niveau de la mer (I)

p. 44-45

- Élévation du niveau de la mer depuis 300 ans
- Ce qui provoque les variations du niveau marin

Réchauffement terrestre et élévation du niveau de la mer (II)

p. 46-47

- Conséquences de l'élévation du niveau de la mer au Bangladesh
- Conséquences de l'élévation du niveau de la mer sur le delta du Nil





La pollution marine

Environ 80 % de toute la pollution marine provient d'activités terrestres. Comment ? Principalement par les fleuves et les dépôts atmosphériques qui atteignent directement les océans.

L'eutrophisation : des ravages écologiques en chaîne

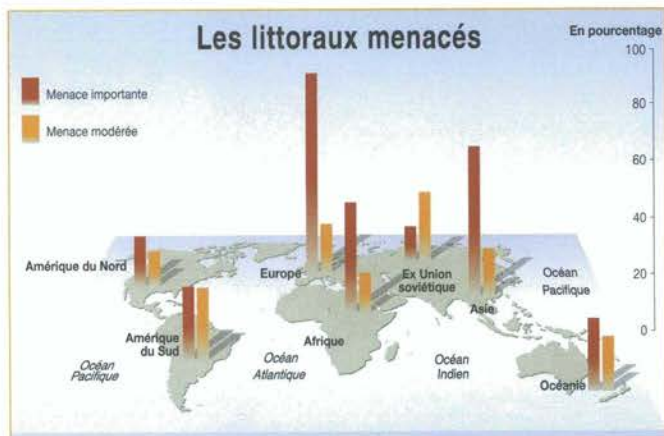
Depuis les années 1970, le niveau d'azote dans la mer du Nord a quadruplé, et celui du phosphate a été multiplié par huit. La conséquence : l'eutrophisation des mers et des océans, c'est-à-dire une pollution nutritionnelle due à des apports excessifs de substances polluantes tels l'azote, le phosphate ou les matières organiques, et qui entraîne la prolifération d'algues toxiques responsable de la destruction des stocks de poissons d'élevage situés en mer. Le déclin des pêcheries de morue de la mer Baltique au début des années 1990 est dû à la perte d'oxygène

dans les eaux profondes (causée par l'eutrophisation) qui empêche le développement des œufs de morue. Parmi les autres ravages que ce phénomène provoque, on peut notamment citer la formation de « zones mortes », dont la plus grande actuellement connue se trouve le long de la côte américaine du Golfe du Mexique, qui capte de grandes quantités de fertilisants en provenance du fleuve Mississippi. L'eutrophisation peut aisément entraîner des floraisons d'algues néfastes (FAN), nuisibles aux poissons comme aux coquillages,

Les conséquences des activités industrielles sur la quantité d'oxygène dans l'eau

Le lien entre activités industrielles et oxygène dans l'eau est évident. Ces dernières années, le traitement et la réduction des niveaux de rejets industriels et municipaux et la réduction des niveaux d'azote dans les ruissellements agricoles étaient une priorité. On a porté moins d'attention aux émissions d'azote dans l'atmosphère. Aujourd'hui, on estime qu'entre 10 et 70 % de la présence d'azote dans de nombreuses régions côtières sont apportés par la pluie et les chutes de composés d'azote en provenance de l'atmosphère. Pour le GESAMP (groupe d'experts sur les aspects scientifiques de la pollution marine), il faut inclure l'azote atmosphérique dans les sources

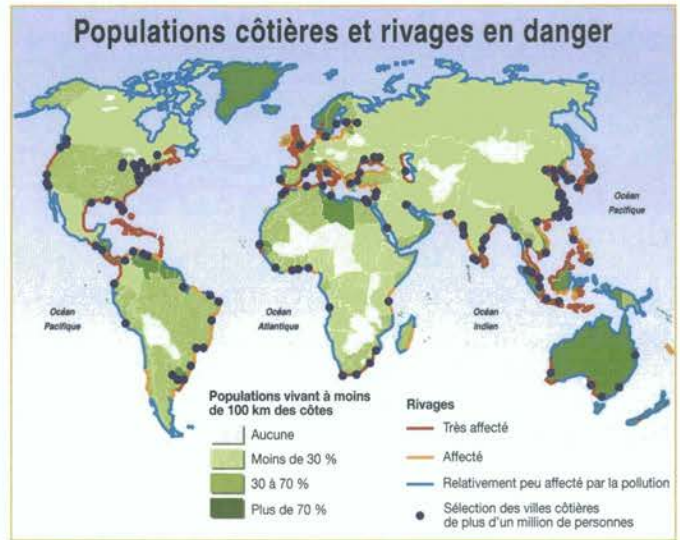
d'éléments nutritifs évaluées lors de la gestion de la qualité de l'eau côtière.



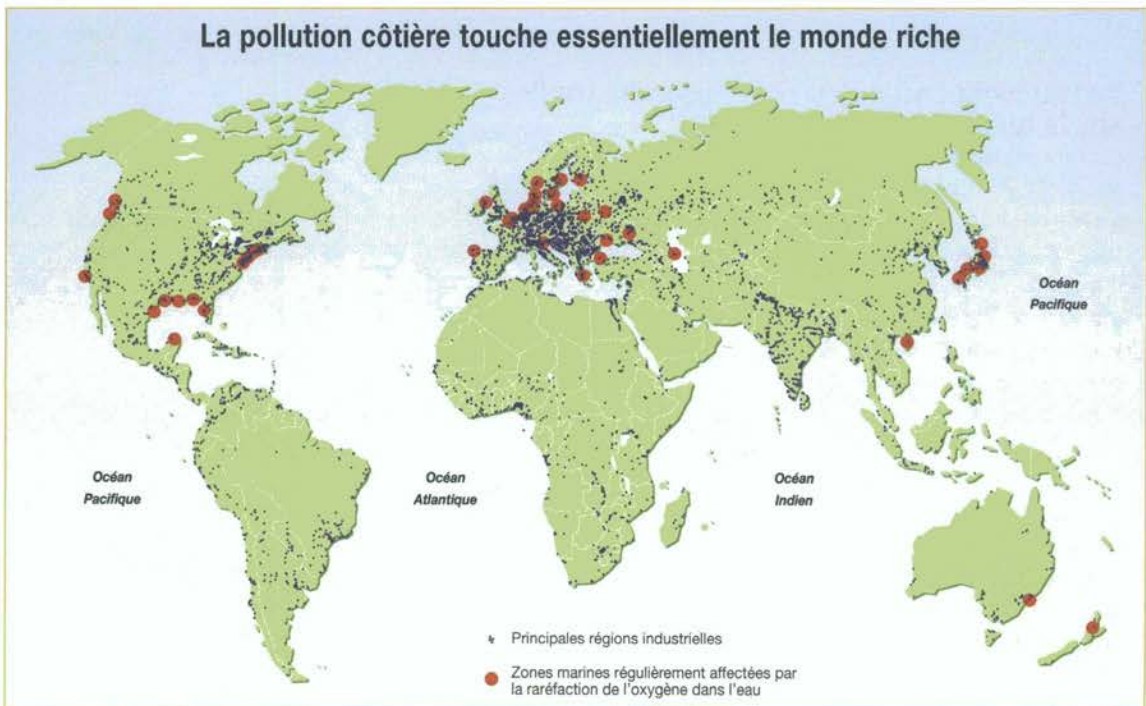
Espaces côtiers et développement économique

Les modifications physiques et la destruction des habitats sont aujourd'hui considérées comme figurant parmi les menaces les plus importantes pour les zones côtières. La moitié des zones humides du monde, et une partie encore plus importante des forêts de mangroves, ont disparu au cours du siècle dernier, principalement en raison d'un développement économique rapide.

Aujourd'hui, environ 1 milliard de personnes vivent dans des zones urbaines côtières. On estime que près de la moitié des côtes mondiales sont menacées par des activités liées au développement. La pression sur les écosystèmes côtiers signifie qu'il va falloir prendre des mesures préventives et protectrices à tous les niveaux : local, national, régional ainsi que mondial. Les zones côtières où vivent les plus fortes densités de population sont également celles dont le rivage subit le plus de dégradations. Les bordures de la mer Noire et de la Méditerranée ainsi que l'Asie du Sud



sont les régions dont les rivages ont été le plus affectés. Au contraire, les régions faiblement peuplées ont été relativement préservées : Arctique, Pacifique Nord-Est, Pacifique austral, Afrique centrale et occidentale, Afrique orientale, mer Rouge/Golfe d'Aden et Koweït.





Les activités humaines : une menace pour l'eau ?

La pollution agricole des bassins fluviaux

Le niveau d'azote et de phosphate mesuré dans l'eau des bassins est un indicateur de l'intensité et du type d'activité agricole. Les cartes se font ici le reflet de l'histoire : intensification et utilisation d'engrais dans certains pays en voie de développement, stabilisation dans les pays industrialisés.

Traitements agricoles : des engrais à effets retard nuisibles

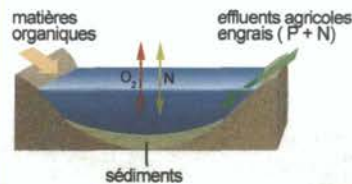
Éléments nutritifs essentiels à la croissance des plantes, les nitrates et les phosphates sont massivement présents dans les engrais, mais aussi dans les déchets de l'agriculture (lisier, résidus de moisson) et les eaux usées. Ils sont assimilés par les végétaux, ainsi que par les micro-organismes de la terre et de l'eau, ce qui ralentit leur élimination. Si l'on constate des variations saisonnières des niveaux de pollution en nitrates et phosphates (dues aux mécanismes de lessivage des sols), les concentrations de ces polluants ne se modifient que lentement à plus long terme (quels que soient les apports annuels) : cette pollution peut perdurer des dizaines d'années.

La pollution par les nitrates et les phosphates entraîne l'eutrophisation des milieux aquatiques, c'est-à-dire leur asphyxie suite à un développement trop important de certaines algues. En proliférant, celles-ci font écran à la lumière et réduisent la quantité d'oxygène dissous

disponible. En outre, leur décomposition produit des vases toxiques. Ces phénomènes rendent les lacs, rivières ou littoraux touchés impropres à la vie.

Le processus d'eutrophisation

1° stade : Pollution croissante



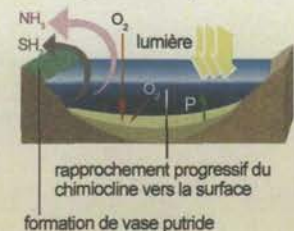
**2° stade : Prolifération des algues
Consommation de l'oxygène dissous**



**3° stade : Décomposition
des algues avec O₂**

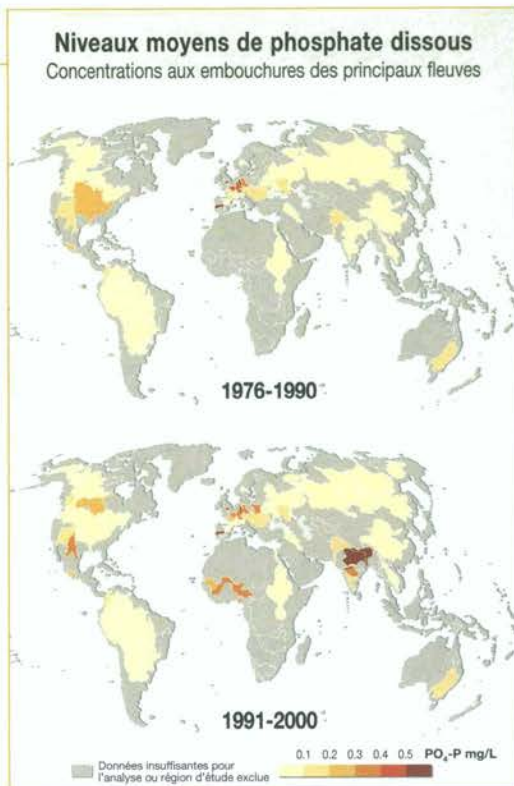
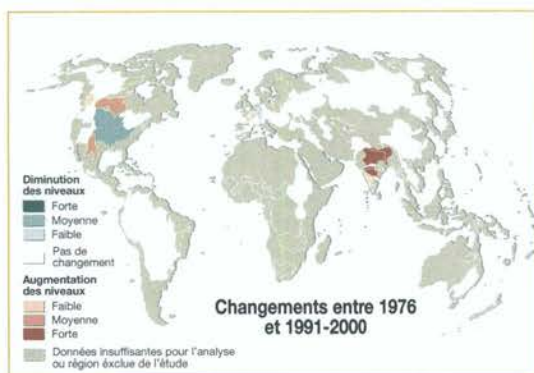


**dernier stade : Décomposition
des algues sans O₂**



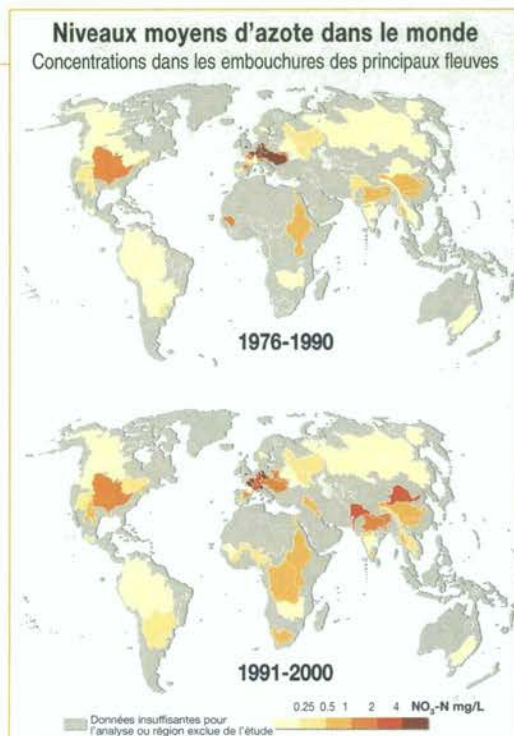
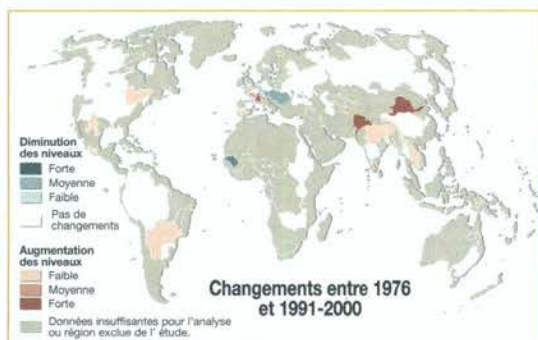
Les concentrations de phosphate

Une comparaison des bassins hydrographiques entre les deux décennies montre que les concentrations de phosphate diminuent en Europe du Nord et en Amérique du Nord, en partie grâce aux programmes de contrôle des éléments nutritifs mis en œuvre pour les activités locales et agricoles. Au contraire, en Asie centrale australe, les bassins du Gange et du Brahmapoutre connaissent de plus fortes concentrations.



Les concentrations d'azote

Au cours des deux décennies comparées et pour tous les fleuves d'un même continent, on observe que les concentrations d'azote (NO³-N) ont peu changé. Les fleuves européens sont ceux qui transportent le plus d'azote vers l'environnement marin. la situation est restée relativement stable en Europe du Nord comme en Amérique du Nord, alors qu'elle a beaucoup évolué dans les principaux bassins fluviaux d'Asie du Centre-Sud et Est.





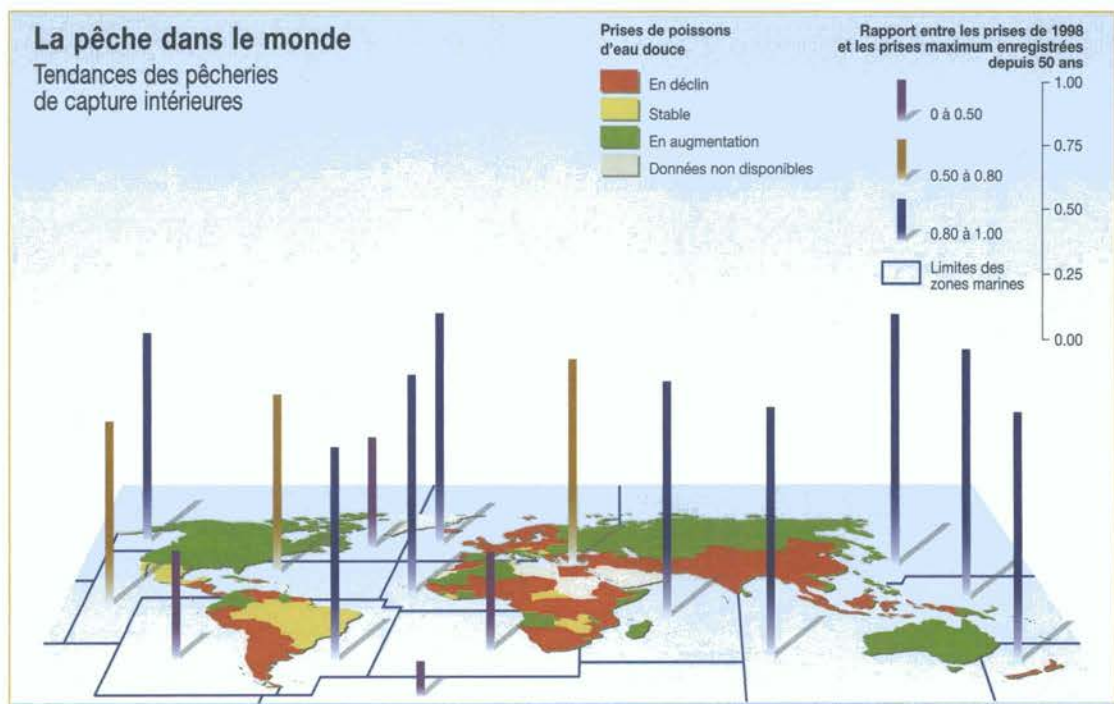
La pêche dans le monde

On pêche trop, et mal. Malgré les mises en garde de la communauté scientifique qui dénonce la surexploitation des ressources halieutiques et alerte sur la réduction du stock de certaines espèces de poissons, le volume annuel des prélèvements est en constante augmentation.

La pêche en eau douce

D'après un rapport paru en 1998, « la surexploitation et la mauvaise gestion des pêcheries, notamment lorsqu'elles sont associées à d'autres pressions anthropiques, entraînent le déclin des faunes de poisson régionales. Dans de nombreux pays, l'aquaculture se développe en partie à cause du déclin de la pêche naturelle. En conséquence, les écosystèmes côtiers et intérieurs subissent une rapide dégradation car les habitats y sont modifiés, la pollution

accrue et des espèces étrangères sont introduites. » Le déclin des pêcheries naturelles va donc se faire au profit des pêches de capture ou d'aquaculture (autrement dite « élevage de poissons »). Dans de nombreux pays en voie de développement, ils représentent une partie fondamentale de l'alimentation des communautés locales. Ainsi, en Afrique et en Asie, le poisson compte respectivement pour 21% et 28% de toutes les protéines animales consommées.



Les conséquences d'une utilisation excessive des stocks de poissons

La production liée à l'aquaculture intérieure et marine a augmenté d'environ 5 % par an dans les années 1950 et 1960, d'environ 8 % par an dans les années 1970 et 1980, et d'environ 10 % par an dans les années 1990. Elle est principalement développée dans des environnements d'eau douce, notamment en Asie. Cette expansion est considérée comme une source importante d'alimentation en Asie, en particulier par les pays sans accès à la mer.

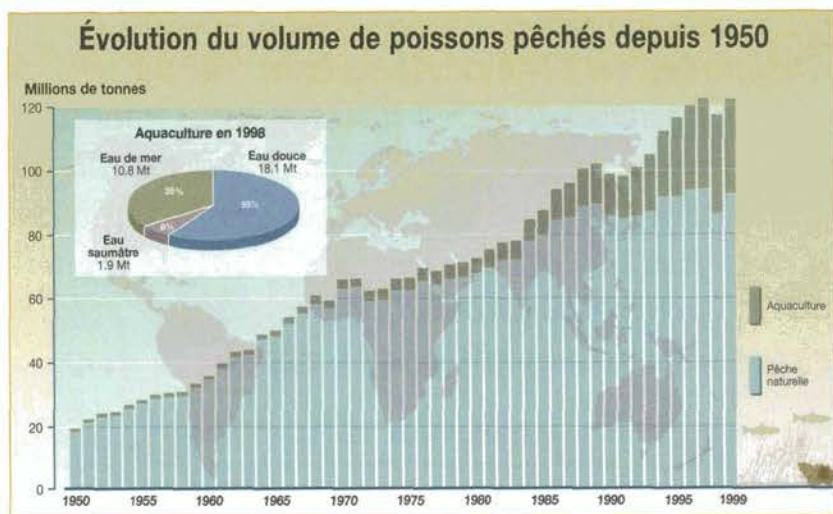
Aujourd'hui, on estime que les trois quarts du stock mondial de poissons sont actuellement exploités non sans conséquences :

- Les poissons prélevés sont de plus en plus variés. Les pêcheurs professionnels cherchent des espèces de plus en plus petites, situées aux niveaux les plus bas de la chaîne alimentaire, car les principales espèces de prédateurs sont en voie d'épuisement.
- La plupart des grandes zones de pêche du monde sont exploitées à leur maximum. Seuls, l'océan Indien

oriental et l'océan Pacifique occidental et central, moins exploités que les autres, gardent leur potentiel.

- Les rendements de l'océan Atlantique Nord-Est déclinent rapidement. La poursuite de cette manière intensive et anarchique de pratiquer la pêche pourrait bien conduire à des transformations écologiques irréversibles des milieux aquatiques.

- Les fleuves, les lacs et les zones humides, qui forment moins de 1 % de la surface de la terre mais comptent pour au moins 8 % des prises de la pêche, subissent les pressions de plus en plus fortes d'une population humaine en augmentation.



Source : The State of the World Fisheries and Aquaculture 2000, Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO)

Les changements des aires de frai de l'anchois



Source : Niermann et al., 1994 ; L. Ivanov, R.H.J. Beverton, The Fisheries Resources of the Mediterranean ; Black Sea Transboundary Diagnostic Analysis, Black Sea Environmental Programme (BSEP), United Nations Development Programme (UNDP), New York, 1997 ; Ukrainian Scientific Center of the Ecology of Sea (UkrSCES), Odessa ; Dr. Ahmet E. Kideys, Institute of Marine Sciences Middle East Technical University, Erdemli, Turquie



Les activités humaines : une menace pour l'eau ?

Réchauffement terrestre et élévation du niveau de la mer (I)

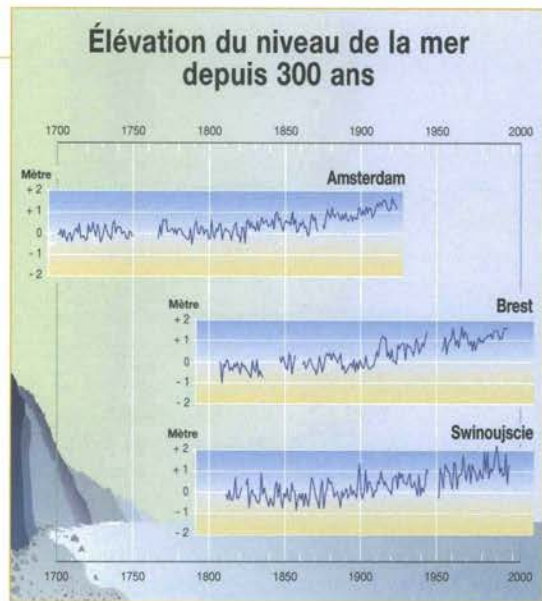
Élévation du niveau de la mer, réduction de la durée de gel des lacs et fleuves dans les régions arctiques, diminution de la surface de la calotte polaire : autant d'indicateurs montrant que le réchauffement de la terre n'est plus une menace mais bien une réalité. Il aura à court terme des incidences majeures sur les environnements côtiers et marins.

Des conséquences écologiques

La mer a une formidable capacité à stocker la chaleur. Le réchauffement des eaux, associé aux changements de sens des courants océaniques, pourrait avoir des incidences dévastatrices sur les écosystèmes marins et la biodiversité.

Une autre des conséquences potentielles pourrait être une réduction des entrées d'éléments nutritifs, ce qui entraînerait à son tour une réduction de la productivité des principales zones de pêche.

Enfin, un déclin de la croissance pourrait également être observé sur les récifs coralliens, les fortes concentrations de CO₂ dans l'eau nuisant au dépôt de calcaire requis pour les squelettes des coraux.



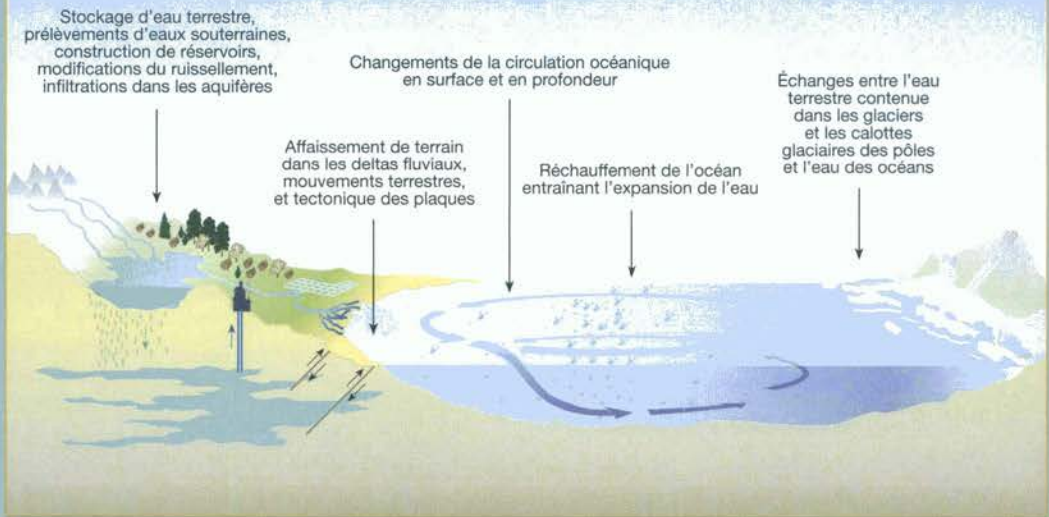
Source : Climate Change 2001. Synthesis report. Contribution of working groups I, II and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2001.

Zones côtières et archipels submergés

L'élévation du niveau de la mer est certainement une des conséquences majeures les plus attendues du changement climatique en cours. Le processus a de fait déjà commencé puisqu'on a observé, tout au long du XX^e siècle, une augmentation moyenne de 1 à 2 mm par an. À terme, certaines régions côtières planes seront entièrement submergées. Certains États insulaires, tout petits, sont amenés à disparaître, tel l'archipel de Tuvalu dans quelques années. La Nouvelle-Zélande et l'Australie s'apprêtent même à recevoir ses 11 000 citoyens devenus

« exilés climatiques »... Le même problème se posera bientôt pour les îles Maldives, mais ce sont 300 000 personnes qu'il faudra évacuer cette fois... L'élévation du niveau de la mer dépendra d'une multitude de facteurs, ce qui rend les prévisions très aléatoires. Elle sera aggravée par l'expansion thermique des océans en réchauffement et la fonte de la calotte glaciaire. Toutefois, elle sera en partie compensée par l'augmentation des précipitations sur l'Antarctique et par la diminution de la pression exercée par la calotte polaire.

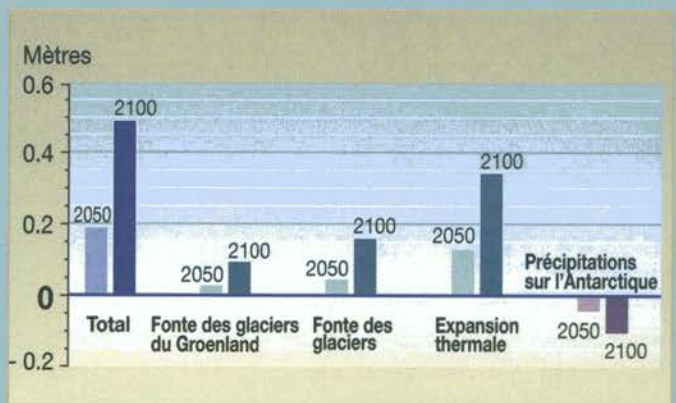
Ce qui provoque les variations du niveau marin



Ce qui contribuera à l'élévation du niveau de la mer au cours des cent prochaines années dans l'hypothèse du scénario d'évolution économique le plus pessimiste

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a développé différents scénarii socioéconomiques (plausibles) décrivant l'évolution des sociétés humaines pour les cent ans à venir. Ils prennent en compte, entre autres, l'évolution démographique, le développement économique, l'utilisation de nouvelles technologies et l'application de politiques de protection de l'environnement. Parmi quatre scénarii, la variante A1 décrit un monde futur dans lequel la croissance économique est très rapide et où l'utilisation d'énergie fossile reste très soutenue. La mondialisation économique, sociale et cul-

turelle s'accroît. La population augmente régulièrement jusqu'au milieu du XXI^e siècle pour ensuite décliner lentement. Le graphique ci-dessous représente, dans l'hypothèse d'une évolution de type A1, la contribution relative d'événements à l'élévation du niveau de la mer. On y voit de manière surprenante que l'expansion thermique joue un rôle aussi important dans la hausse du niveau marin que la fonte de tous les glaciers du globe.



Source : Climate Change 2001, Synthesis report, Contribution of working groups I, II and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, 2001.



Les activités humaines : une menace pour l'eau ?

Réchauffement terrestre et élévation du niveau de la mer (II)

Les espaces côtiers plats et les deltas ont toujours offert des conditions idéales pour l'installation des sociétés humaines. Aujourd'hui densément peuplées, ces régions sont confrontées à une redoutable menace : l'engloutissement.

Des réfugiés par dizaines de millions

On estime qu'une élévation du niveau des mers de 1 m – scénario envisageable pour la fin du XXI^e siècle – entraînerait la submersion de 1% du territoire en Égypte, de 6% aux Pays-Bas, de plus de 16% au Bangladesh.

Qu'il s'agisse de la grande plaine de Chine, de la vallée du Mékong, de celle du Gange ou de l'Indus, du delta du Nil ou du Niger, de la grande plaine qui s'étire depuis la France jusqu'à Saint-Petersbourg ou de la façade est des États-Unis, les plaines côtières menacées sont toutes des zones particulièrement peuplées.

Devant ce danger, on a imaginé de mettre en place de vastes programmes de surélévation artificielle du littoral. Si les moyens que cela nécessite sont déjà à la portée des grandes puissances industrielles, il n'en va pas de même pour les pays en voie de développement : c'est par dizaines de millions de personnes que se compteraient les « réfugiés écologiques » obligés de fuir leurs terres submergées.

Par ailleurs, l'accumulation de sédiments sur les nouvelles zones immergées crée un phénomène de subsidence – c'est-à-dire d'affaissement progressif des sols : Venise, la plaine du Pô et le Nord de l'Adriatique sont dès aujourd'hui confrontés à ce problème qui risque de se généraliser à toutes les grandes plaines fluviales.

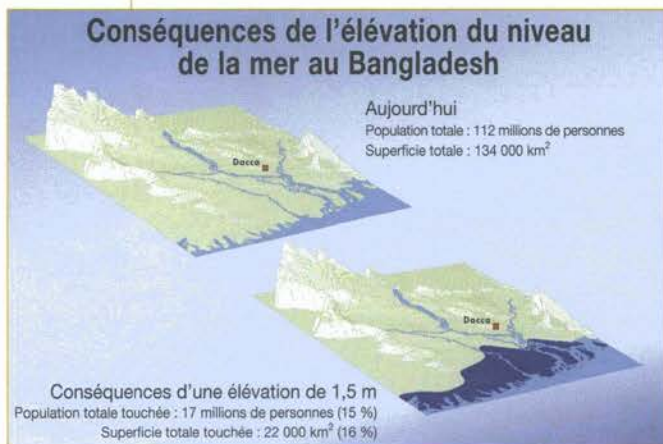
Enfin un grand nombre d'îles faiblement peuplées et de sites sauvages disparaîtraient totalement, faute d'intervention de sauvegarde dans ces territoires.

L'exemple du Bangladesh

Avec 112 millions d'habitants et une densité de plus de 926 habitants au km², le Bangladesh est l'un des pays les plus peuplés du monde. Ce pays subit un régime climatique d'une grande brutalité : des régions entières sont régulièrement détruites par les typhons, les raz-de-marée ainsi que les inondations.

Le Bangladesh est incapable de faire face, sans aide internationale, aux dépenses très importantes qu'implique la lutte contre l'élévation progressive du niveau de la mer.

Ce pays au climat très humide est en grande partie formé de deltas où se rejoignent quatre grands fleuves : le Gange, le Brahmapoutre, la Tista et la Surma-Mégghna. Près de 20 % de ses espaces côtiers ne sont pas cultivables car ils sont régulièrement submergés.



Le delta du Nil sous les eaux

S'étendant sur près de 200 km, d'Alexandrie à Port-Saïd, le delta du Nil offre des ressources agricoles et piscicoles essentielles à l'Égypte. C'est également l'une des zones les plus densément peuplées de la planète – avec 1 600 habitants au km². Situé à moins de 2 m au-dessus du niveau de la mer, il est protégé de la pénétration des eaux salées par un large banc de sable, qui s'étend de Damiette à Rosette. Cette bande est en équilibre fragile et risque d'être emportée par une montée des eaux, même minime. Le Nil charrie une grande quantité de limon : l'apport de sédiments à l'estuaire aurait pu compenser la montée du niveau de la mer, s'ils n'étaient pas bloqués en amont, au niveau du barrage d'Assouan. Privé de sa régénération naturelle, le delta du Nil subit une intense érosion côtière depuis la création du barrage à la fin des années 1960. La montée des eaux devrait transformer en marécages des terres auparavant inondées de manière saisonnière. Dans des zones devenues humides en permanence, la teneur en matière organique augmentera, étouffant la végétation et diminuant ainsi l'oxygénation du milieu : peu à peu, des tourbières pourraient remplacer les terres riches et les eaux poissonneuses. Enfin, l'expansion urbaine risque de se faire au détriment des sites archéologiques afin de préserver les terres encore cultivables. Le gouvernement égyptien a d'ores et déjà lancé un appel aux égyptologues pour qu'ils fouillent en priorité les régions de l'estuaire, dont les trésors sont menacés à court terme.

Conséquences de l'élévation du niveau de la mer sur le delta du Nil



Population touchée : 3 800 000

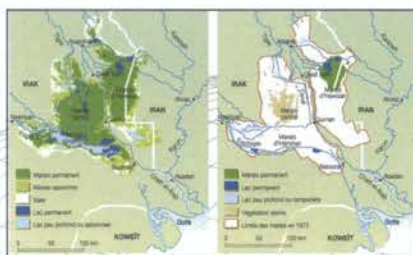
Terres arables submergées (km²) : 1 800



Population touchée : 6 100 000

Terres arables submergées (km²) : 4 500





Berceau de la civilisation, l'ancienne Mésopotamie, « le pays entre les fleuves », a longtemps été naturellement irriguée. Aujourd'hui, le contrôle de l'eau est devenu un sujet de tensions et un moyen de pression : les longs fleuves sillonnent des États ennemis, et la politique de développement des infrastructures hydrologiques de l'un a souvent des conséquences désastreuses chez l'autre. L'eau est au cœur du conflit israélo-palestinien, ainsi qu'à l'origine des très fortes tensions qui empoisonnent aujourd'hui les relations des pays du sud de l'Asie centrale. Le simple contrôle de l'eau n'est pas le seul enjeu géopolitique : la sévère dégradation environnementale des milieux marins partagés est aussi une source de tension avérée.

La mer Noire, qui recueille les eaux fluviales, et donc les polluants, de la majeure partie des pays de l'ancien bloc communiste est, en dépit de sa taille, étouffée par les fertilisants, les pesticides et les métaux lourds. La vie profonde y a disparu, et la prolifération d'espèces nuisibles accélère la dégradation de l'écosystème et perturbe l'activité humaine. Les intérêts contradictoires des pays riverains entravent la mise en place d'un programme d'action.

Le cas de la mer Caspienne est similaire, bien qu'encore exacerbé par les tensions qu'engendre l'exploitation de ses ressources en hydrocarbures et la question non réglée de la délimitation dans la partie sud. La concentration grandissante en métaux lourds qu'on y constate met en péril l'industrie traditionnelle du caviar.



Géopolitique de l'eau

Une source de conflits au Proche-Orient

P. 50-51

- Israël - Palestine : la bataille de l'eau
- L'eau au cœur des conflits au Moyen-Orient

La Turquie aux commandes du Tigre et de l'Euphrate

p. 52-53

- Le sud de l'Irak en voie de désertification
- L'eau convoitée du Tigre et de l'Euphrate

L'asphyxie de la mer Noire

p. 54-55

- Ressources en eau et prélèvements dans les pays riverains de la mer Noire
- Le bassin du Danube

La Caspienne au centre des convoitises

p. 56-57

- Teneur en plomb dans les tissus des poissons
- Exploitation du pétrole et du gaz
- Évolution des prises d'esturgeon en mer Caspienne, de 1932 à 1997
- Topographie de la région de la mer Caspienne

La mer d'Aral, une région en voie de destruction

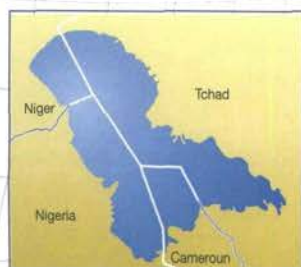
p. 58-59

- L'assassinat de la mer d'Aral : les conséquences socio-économiques
- La mer d'Aral va-t-elle disparaître pour toujours ?

La lente disparition du lac Tchad

p. 60-61

- Le lac Tchad colonisé par la végétation

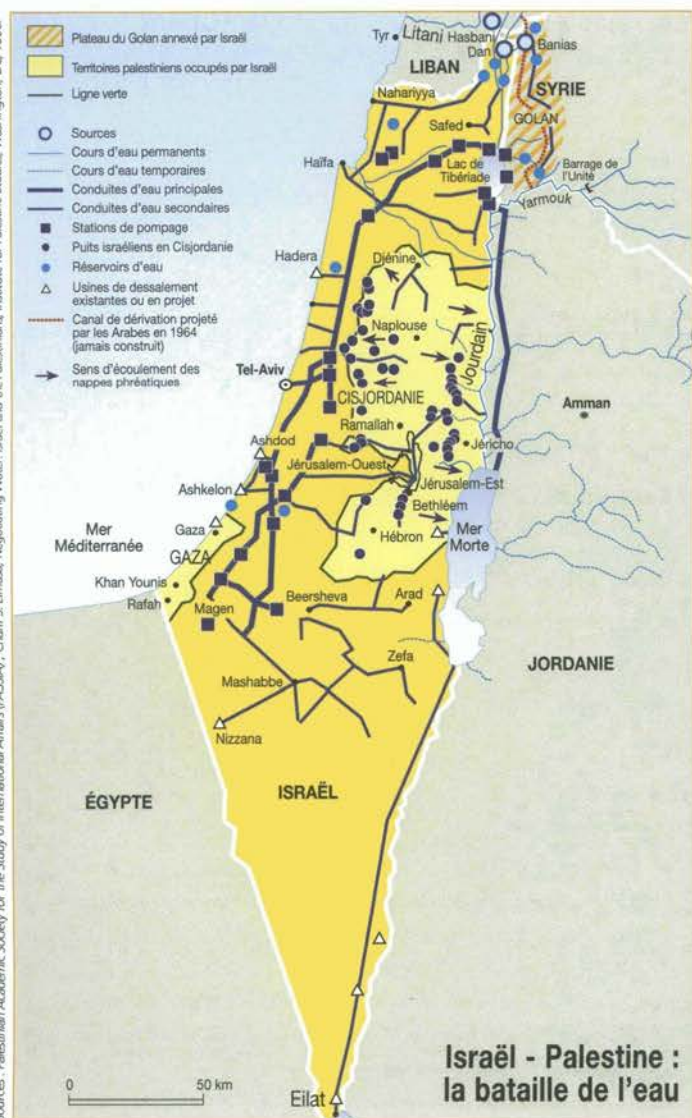




Une source de conflits au Proche-Orient

Au Proche-Orient, la pénurie d'eau est aujourd'hui réelle. Pourtant, il y a longtemps que le contrôle de l'eau nourrit les tensions politiques et les conflits.

Contrôler l'eau à tout prix



Dans la péninsule arabe, comme en Israël et en Jordanie, le seuil critique est atteint, avec des ressources en eau renouvelables inférieures ou à peine égales à 500 m³ par an et par habitant. Plus que jamais vital, l'accès à l'eau est au cœur du conflit israélo-palestinien.

Pour répondre à l'augmentation de la demande en eau, les États de la région ont accru leurs prélèvements, compromettant le renouvellement des ressources. Les eaux de surface n'étant guère abondantes, ils ont surexploité les nappes souterraines parfois fossiles. Au Liban et en Jordanie, comme en Arabie Saoudite ou dans les Émirats arabes unis, la baisse du niveau des nappes s'est accompagnée d'intrusions d'eau salée. En quête de sources d'eau douce alternatives, Israël et les États pétroliers de la péninsule ont intensifié leur recours aux technologies ultra modernes, mais le coût des usines de dessalement limite les possibilités d'en installer de nouvelles.

La guerre de l'eau. L'usage de l'eau conditionne largement les relations entre Israël et ses voisins. L'État hébreu, dont les ingénieurs et les agriculteurs ont réalisé des prouesses en faisant « fleurir le désert », n'a guère de ressources propres en eau. Il dépend d'une part des nappes phréatiques situées en partie ou en totalité en Cisjordanie, d'autre part du Jourdain, fleuve frontière, qui alimente le

lac de Tibériade. Or, des quatre rivières dont la réunion forme le Jourdain, une seule, le Dan, prend sa source en Israël, le Yarmouk et le Banias en Syrie, le Hasbani dans le sud du Liban.

La guerre des Six Jours, en 1967, fut en partie une guerre pour l'eau. En occupant la Cisjordanie et le Golan syrien, Israël assurait son approvisionnement menacé par les projets de ses voisins arabes sur le Yarmouk. En 2001, les Israéliens ont menacé de bombarder le canal de dérivation des eaux du Hasbani tout nouvellement construit.

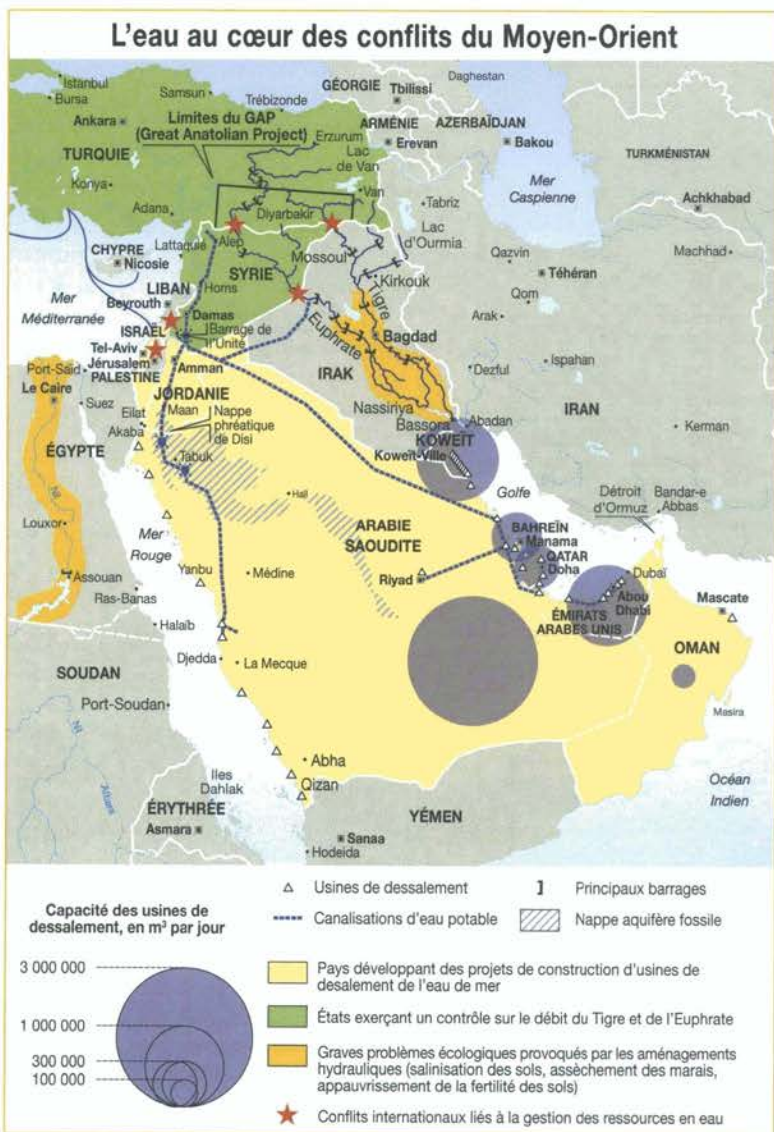
Aujourd'hui, plus de 60 % de l'eau consommée par les Israéliens, notamment pour l'irrigation agricole, sont prélevés dans les territoires palestiniens occupés par Israël, en particulier en Cisjordanie, et une grande partie des installations hydrauliques sont situées hors des frontières d'avant 1967.

Située en aval du lac de Tibériade, au niveau duquel Israël prélève les eaux du Jourdain supérieur, la Jordanie dépend de fait de son voisin. Elle se trouve dans une situation de pénurie tout aussi critique : à Amman, l'eau ne coule au robinet que 3 jours par semaine.

Une répartition inéquitable. Les territoires palestiniens ne sont pas moins assoiffés. L'eau, entièrement sous le contrôle d'Israël, est très inégalement répartie. En Cisjordanie, où le forage de nouveaux puits a été interdit aux Palestiniens depuis 1967, ceux-ci ne disposent que de 10 % des ressources en eau, 90 % étant captées par les Israéliens. La bande de Gaza est encore plus mal lotie : les maigres ressources en eau y sont dramatiquement polluées par les nitrates issus de l'agriculture intensive. La concentration en

nitrates de l'eau du robinet est supérieure au taux maximal fixé par l'Organisation mondiale de la santé (OMS), et la moitié des puits produit une eau impropre à la consommation.

Pourra-t-on parvenir à une répartition équitable ? La question de l'eau a jusqu'à présent été reportée aux négociations finales, toujours repoussées. Elle constitue une redoutable bombe à retardement.



Sources : Masahiro Murakami, *Managing Water for Peace in the Middle East: Alternative Strategies*, United Nations University Press (UNUP), New York, 1995.



La Turquie aux commandes du Tigre et de l'Euphrate

Voilà dix mille ans qu'est née en Mésopotamie une des premières formes d'agriculture, indissociable de la maîtrise de l'eau. Celle-ci est aujourd'hui un enjeu majeur pour l'avenir des populations comme pour la stabilité de la région.

La Mésopotamie : le pays « entre les fleuves »

La Turquie détient la clé de l'approvisionnement en eau de ces terres qui, sans irrigation, seraient pour l'essentiel vouées à la steppe et au désert. Tigre et Euphrate, en effet, prennent leur source dans les montagnes anatoliennes, dont les neiges alimen-

tent le débit des fleuves. L'Euphrate parcourt 500 km en Turquie, traverse la Syrie sur 650 km avant de cheminer encore sur 1 600 km en Irak. Il y rejoint le Tigre, qui coule pour les deux tiers de son cours en terre irakienne, pour former le Chatt el-Arab.

Le sud de l'Irak en voie de désertification

La destruction des marais de Mésopotamie



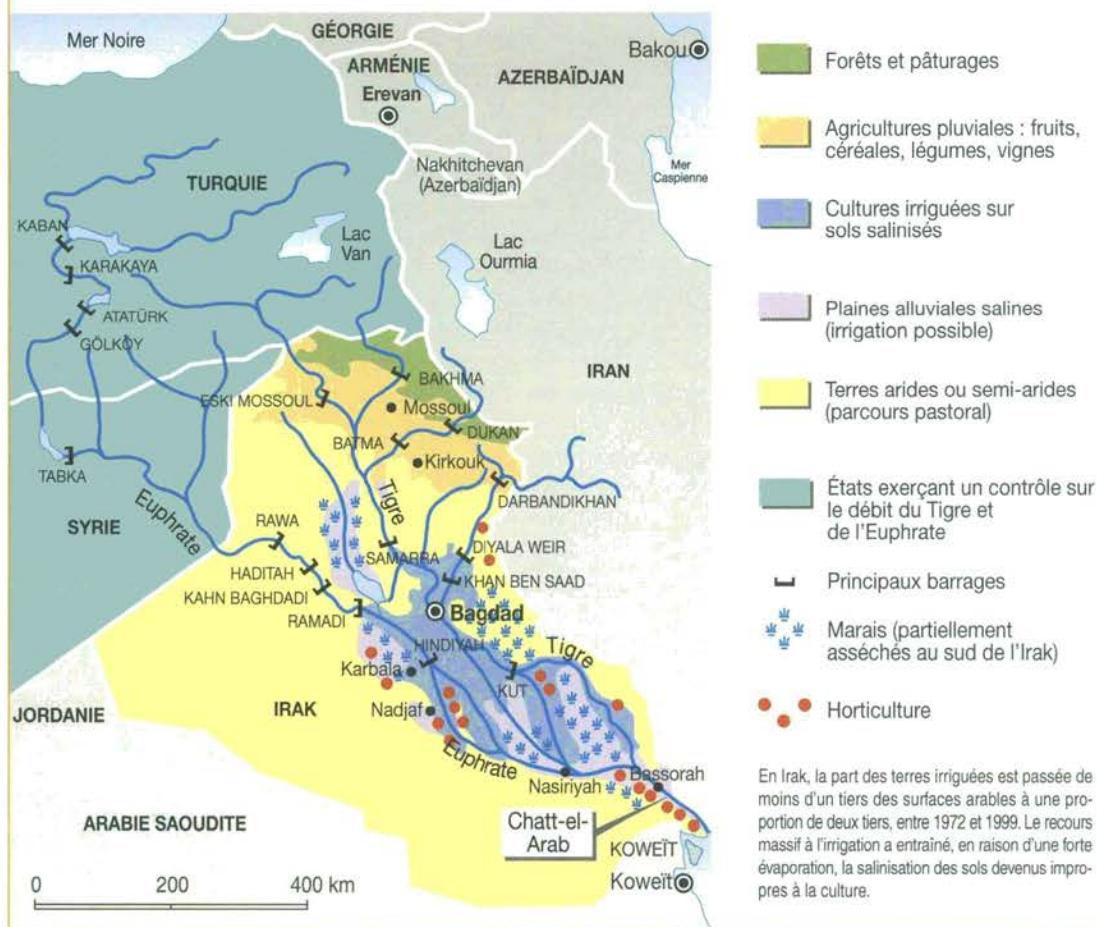
Dans le sud de l'Irak, le Tigre et l'Euphrate s'écoulent en de multiples bras dans une zone de marais, traditionnellement peuplée de musulmans chiites. En 1991, à la suite de la guerre du Golfe, la population chiite s'est soulevée contre le régime de Saddam Hussein. En réponse, celui-ci a entrepris, parallèlement aux attaques militaires, l'assèchement systématique des marais, pour détruire la civilisation des « Arabes des marais ».

Dans le sud de l'Irak, les surfaces de cultures irriguées se sont développées très rapidement sous l'effet de la pression démographique. Pour étendre les terres cultivées, les États de la région ont élevé des barrages sur les fleuves. Ils se sont même livrés à une surenchère qui faillit dégénérer en conflit militaire entre Syrie et Irak, lorsque la mise en eau du barrage de Tabqa, édifié par les Syriens sur l'Euphrate en 1975, fit baisser le débit du fleuve à environ 100 m³/seconde en territoire irakien. Il fallut à ce moment là l'intervention de l'Union soviétique pour éviter le pire.

La Turquie affirme désormais son contrôle sur les fleuves : le remplissage du barrage Atatürk, en 1990,

a interrompu durant 1 mois l'écoulement de l'Euphrate vers la Syrie et l'Irak, avec de graves conséquences pour les récoltes. Or, ce gigantesque barrage n'est qu'une pièce d'un projet pharaonique de développement du sud-est anatolien (le GAP), prévoyant la construction de 21 barrages, ainsi que des canaux et des centrales électriques, sur l'Euphrate et le Tigre. L'État turc entend ainsi mettre en valeur l'une des régions les plus pauvres du pays, et mieux contrôler l'instable Kurdistan. Il se dote en même temps d'un moyen de pression sur ses deux voisins, avec lesquels les objets de contentieux ne manquent pas. Toutes les négociations sur le partage des fleuves ont à ce jour échoué.

L'eau convoitée du Tigre et de l'Euphrate





L'asphyxie de la mer Noire

La mer Noire est l'une des mers les plus dégradées de la planète. La chute des régimes communistes a permis de mesurer l'ampleur du désastre.

De la crise écologique à la coopération économique

Mer semi-fermée, ne communiquant avec la Méditerranée que par les étroits détroits du Bosphore et des Dardanelles, la mer Noire est par ailleurs dépourvue d'oxygène au-delà de 150-250 m de profondeur, ce qui représente près de 90 % du volume total d'eau. Ces particularités la rendent particulièrement sensible aux polluants : ceux que déversent les six pays riverains, mais aussi ceux que drainent les grands fleuves qui l'alimentent, en premier lieu le Danube.

Durant des décennies, les usines des pays communistes ont déversé sans restriction leurs effluents riches en métaux lourds, contamination encore aggravée par les rejets de pétrole dus au trafic des pétroliers. La mer Noire a également reçu des eaux chargées de pesticides et d'engrais

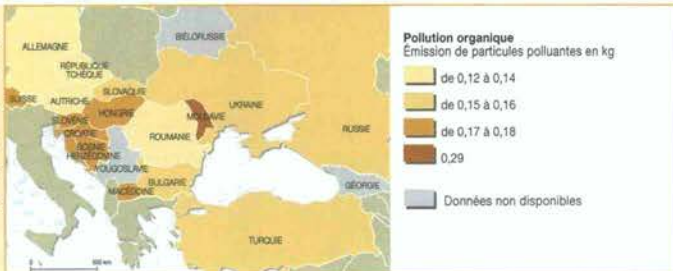
Les ressources en eau dans les pays riverains de la mer Noire

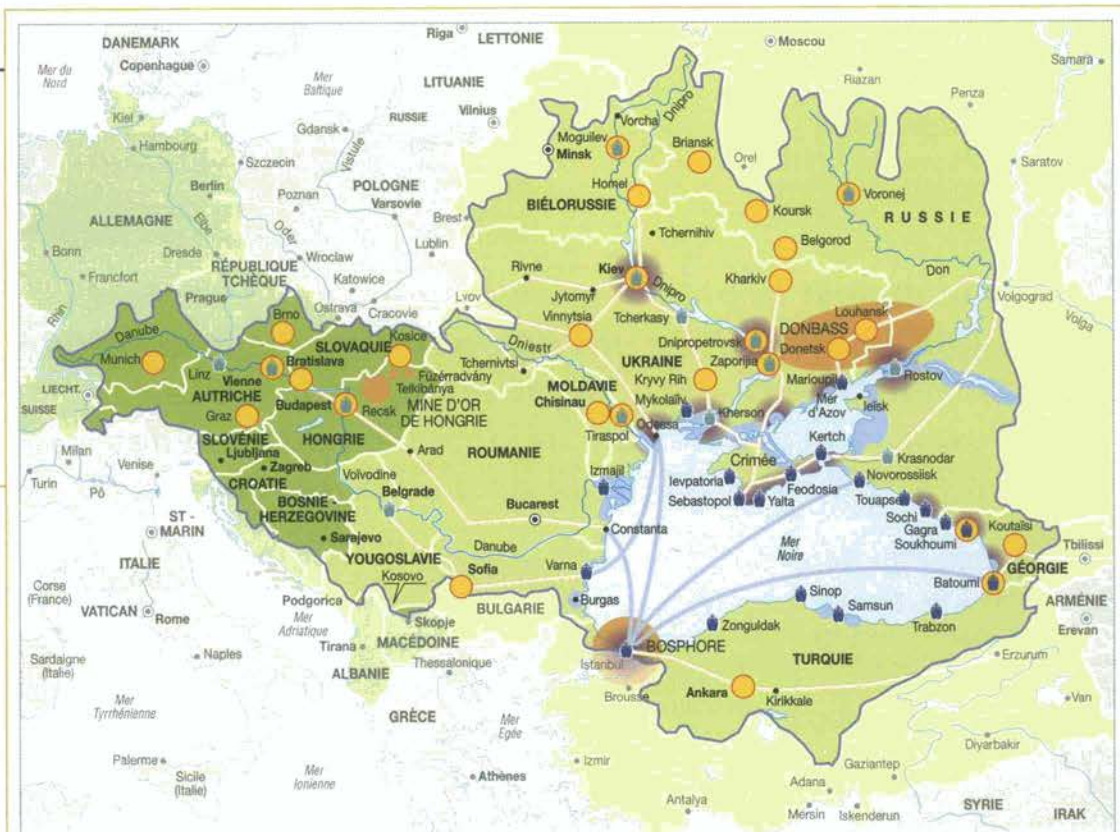


Les fleuves, dont le Danube, le Dniro (Dniepr) et le Dniestr, assurent 70 % des apports en eau dans la mer Noire. Les prélèvements accrus en aval ont réduit l'échange d'eau, ce qui a contribué à en accroître l'asphyxie.

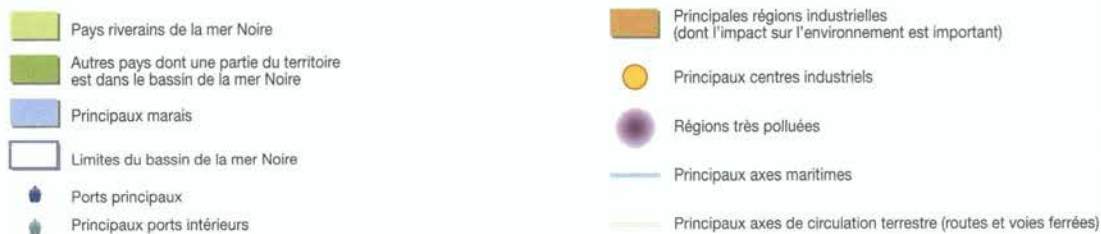


Les eaux usées de 10 millions de riverains se déversent directement dans la mer Noire. Au total, elle reçoit les rejets de 17 pays via les fleuves tributaires. Le Danube y draine les deux tiers environ des phosphates et des nitrates responsables de l'eutrophisation de cette mer.





Le bassin du Danube



venant des terres agricoles, cette concentration en éléments fertilisants s'étant encore accrue par les déversements d'égouts. Les prélèvements d'eau sur les fleuves ont notablement diminué les volumes qui, normalement, se déversaient dans la mer Noire et donc encore réduit son oxygénation.

Tous les facteurs étaient réunis pour provoquer une grave eutrophisation (asphyxie par prolifération d'algues planctoniques). L'écosystème, déjà gravement ébranlé, a été encore bouleversé par la surpêche et par l'invasion, au début des années 1980, d'un cténaire (une sorte de méduse) d'Amérique du Nord. Cet envahisseur, dont la multiplication a été favorisée par le déséquilibre du milieu naturel, est grand amateur de plancton mais aussi d'œufs et de

larves de poissons : de 1988 à 1991, les prises de poissons en mer Noire ont été divisées par 4.

À une crise écologique illustrant parfaitement les excès humains répond aujourd'hui un remarquable effort de coopération entre les pays riverains, et aussi entre cet ensemble et l'Union européenne. Les limites réglementaires imposées aux rejets polluants, la lutte contre l'envahissant cténaire, ont permis un début de régénération.

En 1992 à l'initiative de la Turquie, a été créée l'Organisation de la coopération économique de la mer Noire (CEMN) qui réunit les six pays riverains ainsi que l'Albanie, l'Arménie, l'Azerbaïdjan, la Grèce et la Moldavie. Elle constitue le cadre principal de l'action régionale pour la protection de la mer Noire.

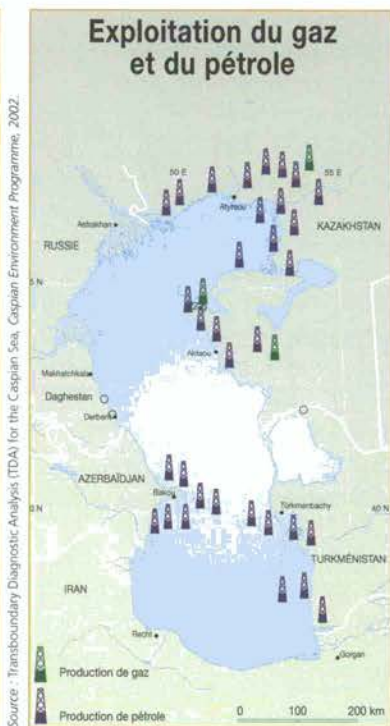
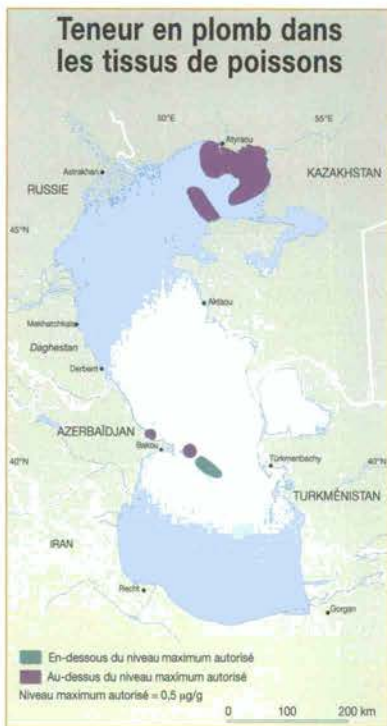


La Caspienne au centre des convoitises

La Caspienne est la plus vaste étendue d'eau fermée du monde (380 000 km²), ce qui lui vaut d'être le cœur d'un conflit juridique entre les cinq États riverains. Ses richesses, hydrocarbures et caviar, suscitent bien des appétences, doublées d'enjeux géopolitiques complexes.

Une autre mer du Nord ?

La Caspienne est-elle une mer ou un grand lac salé ? La caractériser, c'est déjà prendre parti dans le conflit. En effet, si la Caspienne est une mer, elle devrait alors être, selon le droit international en vigueur, partagée de façon équitable entre les cinq États riverains, l'Azerbaïdjan, l'Iran, le Kazakhstan, la Russie et le Turkménistan. Si c'est un lac d'eau salée, chacun des pays devrait se voir garantir une zone de souveraineté limitée aux eaux côtières, le reste étant considéré comme bien commun. Le statut de la Caspienne avait été réglé par une série de traités et de conventions entre l'Union soviétique et l'Iran, qui exploitaient cette « mer » en commun et à égalité. Tout a été remis en cause, en 1991, avec l'effondrement du bloc communiste. Trois nouveaux États riverains naissaient des cendres de l'Union soviétique, qui entendaient bien tirer profit de la manne pétrolière et gazière que l'on découvrait alors. L'estimation des richesses pétrolières varie beaucoup d'une source à l'autre. Il semble qu'on ait hâtivement fait de la Caspienne un « second Moyen-Orient », tant le pétrole y est difficile à extraire. Elle est plus certainement une « autre mer du Nord »



Source : Transboundary Diagnostic Analysis (TDA) for the Caspian Sea, Caspian Environment Programme, 2002.

Source : Transboundary Diagnostic Analysis (TDA) for the Caspian Sea, Caspian Environment Programme, 2002.

avec des réserves potentielles deux fois plus importantes que cette dernière. Les gisements les plus prometteurs se situent au large du Kazakhstan et de l'Azerbaïdjan. Pour le gaz, les seules réserves prouvées, essentiellement au Turkménistan et au Kazakhstan, représentent 4 % des réserves mondiales avérées.

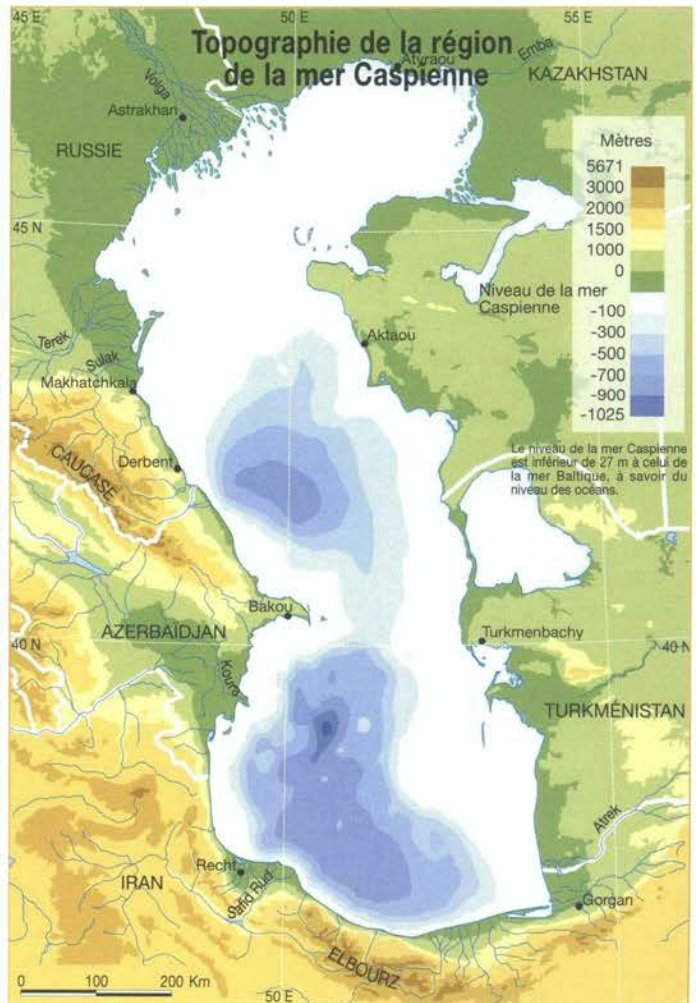
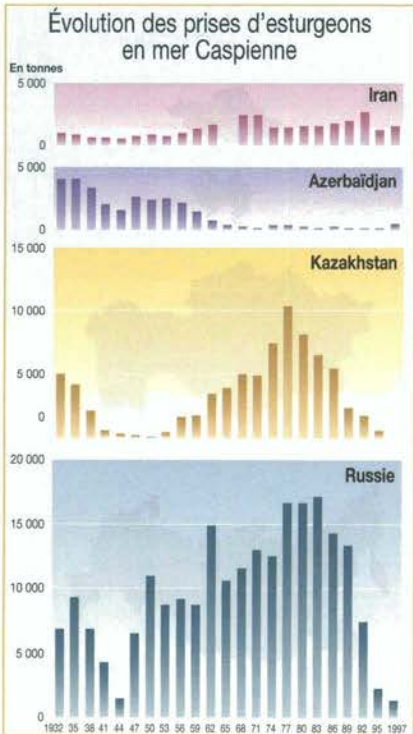
Une catastrophe écologique en prévision. Les contestations sur la propriété des gisements n'empêchent pas leur exploitation, par des consor-

tiums associant compagnies nationales et « majors » occidentales. Outre des difficultés techniques, l'essor de ce nouveau centre pétrolier mondial se heurte à son enclavement. L'évacuation des hydrocarbures constitue un autre enjeu majeur, autour duquel se trame une partie d'échecs entre acteurs régionaux et mondiaux. La Caspienne se situe entre Asie centrale à l'Est, Caucase à l'Ouest, Russie au Nord et Iran au Sud : en position charnière entre l'Europe, le Moyen-Orient et l'Asie !

Aux facteurs économiques et politiques d'instabilité pourrait bien s'ajouter une crise écologique majeure. Parce qu'elle est fermée, la Caspienne est très vulnérable à la pollution. Or, elle concentre celle liée à l'exploitation des hydrocarbures et les contaminations reçues des cours d'eau qui l'alimentent, en particulier de la Volga. Les métaux lourds s'accumulent, menaçant d'empoisonnement toute la chaîne alimentaire. L'industrie du caviar, une autre grande richesse de la Caspienne, déjà mise à mal par le braconnage, est menacée de disparition : alors que le bassin caspien est réputé abriter la plus importante population mondiale d'esturgeons, les prises

ont été divisées par dix au cours de la décennie passée. Depuis 1999, l'alerte à la *Mnemiopsis leidyi*, un cténaire, a été lancée en Caspienne. Cette espèce prédatrice a déjà ravagé les pêcheries de la mer Noire voisine (voir p. 54-55).

La Caspienne s'étend de part et d'autre d'un seuil tectonique, au niveau de Bakou. L'activité sismique y est faible, mais incessante. À ce facteur de risque dans une zone d'exploitation pétrolière s'ajoute la fluctuation du niveau des eaux : s'il est remonté de 2 m depuis 1977 après une baisse de 3 m, la tendance sur un plus long terme semble plutôt à l'assèchement. Les barrages sur la Volga ont fait baisser les apports du grand fleuve, tandis que le réchauffement climatique accroît l'évaporation.





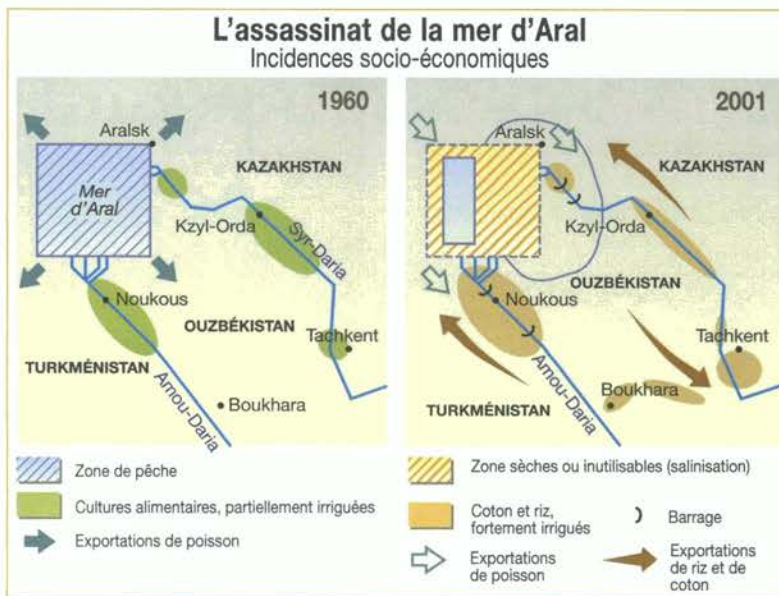
La mer d'Aral, une région en voie de destruction

La surface de la mer d'Aral a tellement diminué depuis trente ans qu'on l'appelle aujourd'hui avec dérision la « mare » d'Aral. Des centaines de kilomètres carrés de fonds marins ont été mis à nu, laissant les vents transporter les particules de sels dans toute la région, stérilisant les sols, détruisant la végétation et forçant la population à fuir en masse.

Un désastre écologique et économique

L'assèchement de la mer d'Aral provient principalement du détournement, au profit de l'irrigation des cultures locales, des fleuves Amou-Daria et Syr-Daria qui l'alimentaient. Cette pratique l'a réduite de plus de la moitié, lui faisant perdre les deux tiers de son volume, ce qui a eu pour conséquence d'accroître fortement sa salinité. Au taux de déclin actuel, la mer d'Aral pourrait avoir entièrement disparu en 2020. Pour rappel, en 1963, elle couvrait une superficie de 66 100 km² ; sa profondeur moyenne atteignait 16 m et sa profondeur maximale,

68 m ; la charge de sel y était d'1 %. Pendant les années 1960, les travaux d'irrigation en aval des cultures du riz et du coton prélevaient 90 % du débit naturel d'eau provenant des montagnes Tian Shan. En 1987, 27 000 km² de terres précédemment recouvertes d'eau de mer s'étaient asséchées, avec en contrecoût la perte d'environ 60 % de son volume, la diminution de sa profondeur moyenne – à 14 m –, et le doublement de sa concentration en sel. Aujourd'hui, environ 200 000 tonnes de sel et de



sable sont emportées quotidiennement par le vent, et déposées dans un périmètre de 500 à 600 km autour de la mer d'Aral. On retrouve même de grandes quantités de sel sur les glaciers du Pamir au Tadjikistan. La pollution saline stérilise les terres disponibles à l'agriculture, détruit les pâturages et crée une pénurie de fourrage pour les animaux domestiques (leur nombre est aujourd'hui tellement peu élevé qu'il est interdit de les abattre pour les manger).

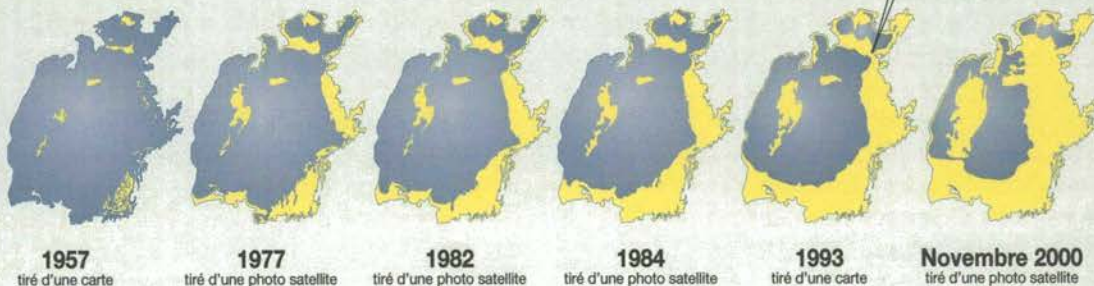
Des conséquences dramatiques

De nos jours, on ne pêche plus du tout dans la mer d'Aral et la navigation est en déclin. Ces changements économiques ont eu de nombreuses incidences sur la production agricole. Le chômage a augmenté et la région subit un exode massif. De même, la qualité de l'eau potable s'est très fortement dégradée en raison de la salinité accrue, des contaminations bactériologiques et de la présence de pesticides et de métaux lourds. Cette pollution a provoqué de nombreuses maladies telles qu'anémie, allergies, cancer et tuberculose. Dans certaines régions, les cas de typhoïde, d'hépatite virale, de

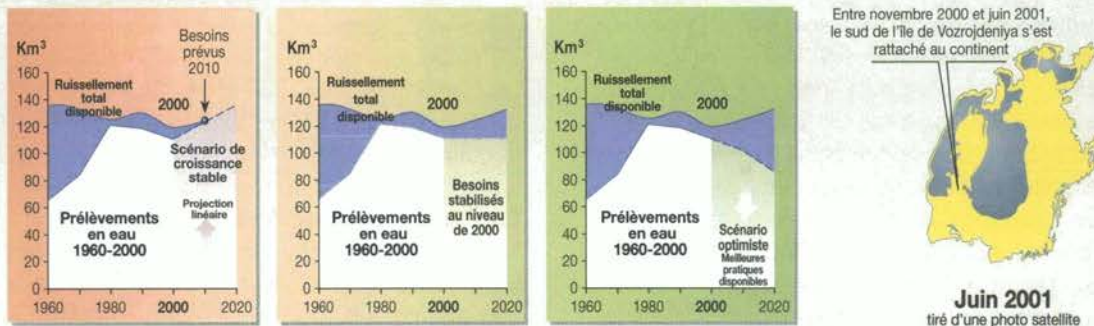
tuberculose et de cancer de la gorge sont trois fois plus élevés que la moyenne régionale. Récemment, grâce au Fonds international pour la sauvegarde de la mer d'Aral (IFAS), des mesures ont été prises pour lutter contre cette tragédie mais elles sont malheureusement encore très insuffisantes. Si toutes les mesures sont réellement mises en œuvre, on pourra au mieux stabiliser la situation. Il est cependant peu probable que la mer d'Aral retrouve un jour les conditions dans lesquelles elle existait avant l'installation des gigantesques détournements sur les fleuves s'y déversant.

La mer d'Aral va-t-elle disparaître pour toujours ?

Ce qui s'est passé ...



Ce qui pourrait arriver...



Sources : Nikolaï Densov, GRID-Arendal, Norway ; Scientific Information Center of International Coordination Water Commission (SIC/ICWC) ; International Fund for Saving the Aral Sea (IFAS) ; The World Bank ; National Astronautics and Space Administration (NASA) ; United States Geological Survey (USGS) ; Earthshots ; Satellite



La lente disparition du lac Tchad

Le lac Tchad serait-il une autre mer d'Aral ?

L'assèchement de cette ancienne mer intérieure est du moins emblématique de la raréfaction croissante de l'eau sur le continent africain. En 1963, il était le quatrième plus grand lac d'Afrique (25 000 km²). Aujourd'hui, il ne couvre plus que 1 300 km², dramatique régression qui affecte la vie de 22 millions d'habitants.

Entre changements climatiques et agriculture

Situé en bordure méridionale du Sahara, ce lac, dont la profondeur ne dépasse pas 7 m, a déjà connu d'importantes régressions au cours du dernier million d'années. Ses variations saisonnières sont intégrées dans les pratiques culturelles et pastorales de la population locale : les agriculteurs cultivent traditionnellement les sols humides dégagés par le retrait du lac durant la saison sèche.

Mais depuis les années 1960, les rivages reculent rapidement ; le lac n'est plus qu'un marécage encombré de végétation. Il est d'abord la victime des sécheresses dramatiques et récurrentes qui ont frappé toute la bande sahélienne. Le climat, de fait, semble s'être durablement asséché au cours des dernières décennies. Les pluies sont passées d'une moyenne de 320 mm par an à 210 mm.

90 % des apports en eau, cependant, proviennent du fleuve Chari, né sur le plateau centrafricain, et de son affluent, le Logone. Une autre contribution vient du Kamadougou-Yobé, qui s'écoule depuis la frontière entre le Nigeria et le Niger. Ces fleuves ont également perdu de leur puissance, en grande partie à cause des prélèvements d'eau destinés à l'agriculture.

Pour répondre aux besoins d'une population de plus en plus nombreuse, des projets d'irrigation intensive ont été mis en place par les États riverains, notamment le Cameroun, le Nigeria et le Tchad, pour la production de céréales, exigeantes en eau. S'y sont ajoutés des barrages, en particulier sur les rivières Jama'are et Chalawa, affluents du Kamadougou-Yobé.

Qui est responsable ?

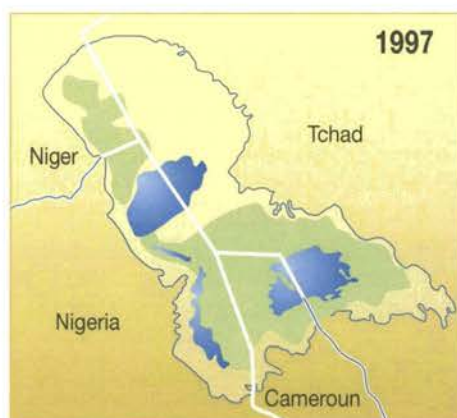
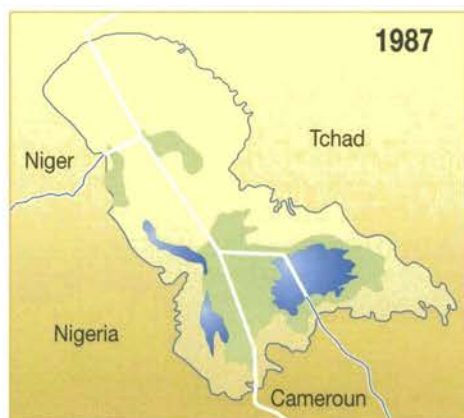
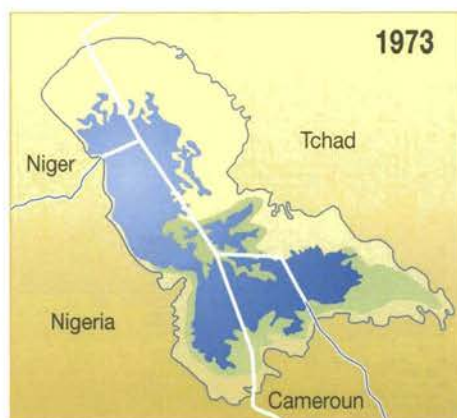
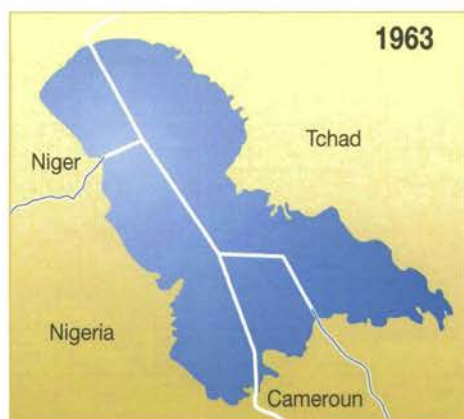
Des chercheurs américains ont mesuré la part respective des facteurs naturels et humains dans l'assèchement du lac Tchad, en s'appuyant sur les clichés pris par le satellite Landsat de la NASA et sur les données climatiques. Ainsi, entre 1966 et 1975, la sécheresse est responsable à 95 % de la rétraction du lac, qui a alors perdu 30 % de sa surface. Entre 1983 et 1994, les prélèvements pour l'irrigation quadruplent ce qui entraîne la diminution du lac de 50 %.

Un cercle vicieux paraît s'être mis en place : la dégradation de l'environnement renforce les obstacles au développement, et la pauvreté accroît en retour la pression sur le milieu naturel. L'antilope des marais, la sitatunga, a disparu du paysage. Le péril en matière de biodiversité se traduit plus directement pour les hommes par la réduction des stocks de poissons autant que des pâturages où venaient paître les troupeaux des pasteurs peuls, foubés ou kanembous. En réponse, les brûlis s'intensifient, pour tenter de dégager de nouveaux espaces herbeux. Une pratique qui ne fait qu'accélérer la désertification.

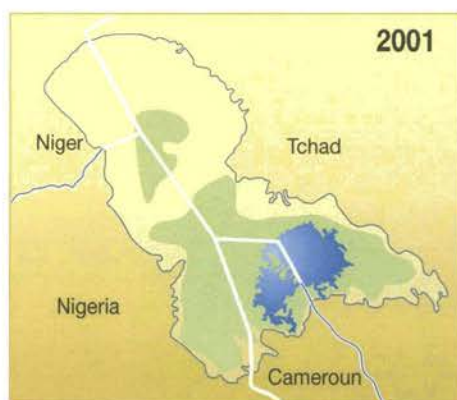
Comment renverser la tendance ?

Réunis depuis 1964 au sein d'une Commission du bassin du lac Tchad (CBLT), le Tchad, le Niger, le Cameroun et le Nigeria misent sur la gestion intégrée des ressources. En 1994, ils ont accueilli à leurs côtés leur voisin, la République centrafricaine, éten-

Le lac Tchad colonisé par la végétation



dant le bassin pris en compte à 967 000 km² (pour un bassin hydrographique de 2,4 millions de km²). En 2000, ils ont pris l'engagement de faire du lac Tchad une zone humide d'importance internationale (protégée au titre de la convention de Ramsar). Le travail en partenariat avec des organisations comme le WWF (World Wildlife Fund) n'exclut cependant pas un projet plus pharaonique : la CBLT étudie la possibilité de détourner en partie un affluent de l'Oubangui, grand fleuve centrafricain, pour transférer ses eaux dans un affluent du Chari par un canal de près de 300 km. Ce renflouage du lac ne pourrait cependant se faire sans l'accord des deux Congo, traversés en aval par l'Oubangui. Le sauvetage du lac Tchad pourrait être l'occasion d'une coopération régionale accrue... ou une source de conflits renouvelée.





GIWA : un inventaire pour mieux protéger

Parmi les nombreuses initiatives consacrées à la question de l'eau, GIWA (*Global International Water Assessment*, Évaluation mondiale des eaux internationales) est une de celles qui couvrent le plus complètement le sujet.

Les évaluations sont menées dans 66 régions définies par des critères biogéographiques et géopolitiques. Ces régions sont regroupées en 9 grands ensembles (Arctique, Atlantique Nord, Pacifique Nord, Amérique du Sud orientale, Afrique subsaharienne, océan Indien, Asie du Sud-Est et Pacifique Sud, le Pacifique du Sud-Est, enfin l'Antarctique).

Le GIWA, pour son évaluation, retient cinq domaines : les pénuries d'eau douce, la pollution,

la modification des habitats et des écosystèmes, la surexploitation des ressources halieutiques et le changement climatique. Ces thèmes d'étude sont ensuite mis en relation avec cinq champs d'analyse applicables à presque tous les contextes régionaux : les forces socioéconomiques et socioculturelles conduisant l'homme à agir sur l'environnement, le type de pressions exercées sur celui-ci, l'état de l'environnement, les conséquences de sa dégradation et les possibles solutions à la disposition des sociétés humaines pour améliorer le milieu naturel (accords bilatéraux, règlements nationaux, etc.).

<http://www.giwa.net>

Rio et l' Agenda 21

Lors du Sommet de la Terre en juin 1992 (organisé par les Nations unies à Rio de Janeiro) 170 chefs d'États et de gouvernements ont mis en œuvre un programme d'actions pour le XXI^e siècle, appelé « Agenda 21 », qui se donne pour objectif de promouvoir le « développement durable » de la planète.

Parmi ce programme, plusieurs chapitres, c'est-à-dire des lignes directrices et des objectifs, sont consacrés à la gestion de l'eau dans le monde : le chapitre 15 sur la préservation de la diversité dans le

monde ; le chapitre 17 sur la protection des océans et de toutes les mers, des zones côtières ainsi que la protection, l'utilisation rationnelle et la mise en valeur de leurs ressources biologiques ; le chapitre 18 sur la protection des ressources en eau douce et de leur qualité par l'application d'approches intégrées pour la mise en valeur, la gestion et l'utilisation des ressources en eau ; et le chapitre 21 sur des questions relatives aux eaux usées.

<http://www.un.org/esa/sustdev/agenda21.htm>

Il s'agit là d'une bibliographie indicative d'ouvrages de référence.

Ouvrages

- Boswinkel J. A., *Information Note*, 2000. International Groundwater Resources Assessment Centre (IGRAC), Netherlands Institute of Applied Geoscience, Netherlands.
- Burke L., Kura Y., Kassem K., Revenga C., Spalding M.D. and McAllister D., *Pilot Analysis of Global Ecosystems: Coastal Ecosystems*, 2001. World Resources Institute, Washington DC.
- Gleick P. H. (ed.), *Water in Crisis: A Guide to the World's Freshwater Resources*, 1993. Oxford University Press, New York.
- Gleick P. H., "Human Population and Water: To the Limits in the 21st Century", 1995, in *Human Population and Water, Fisheries and Coastal Areas: Science and Policy Issues*.
- Revenga C., Brunner J., Henninger N., Kassem K., and Payne R. 2000. *Pilot Analysis of Global Ecosystems: Freshwater Systems*. World Resources Institute, Washington DC. |
- Shiklomanov I. A., *World Water Resources: Modern Assessment and Outlook for the 21st Century*, 1999. (Summary of World Water Resources at the Beginning of the 21st Century, prepared in the framework of the IHP UNESCO). Federal Service of Russia for Hydrometeorology & Environment Monitoring, State Hydrological Institute, St. Petersburg.
- United Nations Commission for Sustainable Development (UNCSD), *Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World*. 1999. UN Division for Sustainable Development, New York.

Sites Internet

- www.aaas.org/international/ehn/fisheries/gleick.htm
- www.unesco.org/science/waterday2000/water_use_in_the_world.htm

Remerciements

Les auteurs du *Vital Water Graphics* souhaitent remercier Ralph Johnstone, éditeur, Petter Sevaldsen, graphiste, Hugo Ahlenius et Delphine Digout, cartographes ; David MacDevette, Tim Foresman, Halifa Drammeh : PNUÉ. Leur reconnaissance va aussi aux nombreuses personnes qui ont aidé à la compilation des données et proposé des commentaires utiles et des suggestions lors de la préparation de ce document : Johannes Akiwumi, Alex Alusa, Lauretta Burke, Amy Cassara, Marion Cheatle & l'équipe du GEO, Munyaradzi Chenje, Gerard Cunningham, Nikolai Denisov, Dominique Del Pietro, Andy Fraser, Ed Green, Pamela Green, Leo Heileman, Lawrence Hislop, Kelly Hodgson, Beth Ingraham, Bob Kakuyo, Grace Kamala, Bakary Kante, Johnathan Kool, Yumiko Kura, Christian Lambrechts, Brian Morris, Theuri Mwangi, Edith Mussukuya, Emmanuel Naah, Takehiro Nakamura, Nick Nuttall, Thierry de Oliveira, Joakim Palmqvist, Hassan Partow, Doug Percival, Marie Prchalova, Walter Rast, Elina Rautalahti-Miettinen, Carmen Revenga, Audrey Ringler, Richard Robarts, Megumi Seki, Igor Shiklomanov, Ashbindu Singh, David Smith, Anna Stabrawa, Thomas Tata, Sekou Toure, Dan Tunstall, Svein Tveitdal, Isabelle Vanderbeck, Ron Witt, Eric Wolanski.

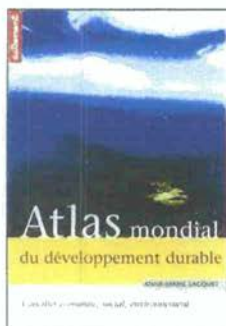
Que toutes les personnes dont le nom aurait été omis par inadvertance de cette liste nous excusent.

SUR LE MÊME THÈME

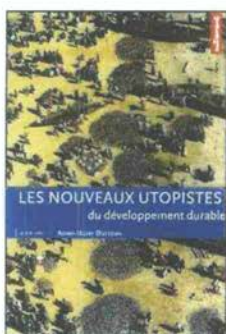


256 pages - 19 €

Depuis dix ans, Diane Raines Ward sillonne le monde pour rencontrer ingénieurs, hydrologues, hommes politiques, agriculteurs et gens simples, tous confrontés à ces problèmes multiples. Elle raconte avec sensibilité et humour, dans cette enquête exceptionnelle, les solutions pragmatiques et novatrices, modestes ou gigantesques, inventées localement. On voit ici la vie réelle, quotidienne, aux extrêmes.



80 pages - 14,95 €



344 pages - 22,95 €



Atlas mondial de l'eau

Document incontournable pour les enseignants, étudiants, responsables territoriaux et plus généralement tous ceux qui s'intéressent à la protection de l'environnement, cet atlas présente clairement non seulement les modes de consommation de l'eau et leur impact sur le milieu naturel, mais aussi l'ensemble des problèmes posés par la gestion "politique" de l'eau quand elle se raréfie : quelles sont les conséquences des activités humaines sur les ressources en eau et sur la qualité de cette dernière ? Quels effets sur la mer d'Aral ou le lac Tchad ?

Cet atlas décrit, à travers de nombreux exemples régionaux (le Proche-Orient, la mer Noire, la Mésopotamie...), la complexité des problèmes liés au contrôle et à la gestion de l'eau, et les résultats de la mauvaise gestion ou de la surconsommation de "l'or bleu". Ces analyses portent sur les deux dernières décennies, dans un environnement naturel, économique et social fort mouvant.

Les cartes et graphiques, réalisés à partir des sources les plus sérieuses et les plus récentes, ainsi que le texte clair qui les accompagne montrent combien la quantité, la qualité et l'accessibilité de l'eau jouent un rôle crucial pour l'avenir de l'humanité.

Salif Diop dirige l'unité "Eau" au sein de la Division de l'évaluation scientifique et de l'alerte rapide (DEWA) du Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE).

Philippe Rekacewicz, cartographe et géographe, est un collaborateur du *Monde diplomatique*. Il est chef de projet dans une unité norvégienne du Programme des Nations unies pour l'environnement (Grid-Arendal/PNUE).



9 782746 703346

Illustration de couverture : © John William Banagan/Getty Inc

13 € - ISSN : 1272-0151 - ISBN : 2-7467-0334-3

Imprimé et broché en Italie.