



L'homme et l'eau

DEVANT la croissance démographique rapide de l'Humanité, ce sont jusqu'ici *les disponibilités en terres* qui ont retenu l'attention. En 1982, l'*Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture* (F.A.O.) avait ainsi réalisé un ambitieux exercice de prospective agro-démographique, reposant sur un inventaire mondial des sols [1]. Les déséquilibres annoncés se sont parfois manifestés, aggravés d'accidents d'ordre politique (Somalie, Rwanda). Mais la production moyenne par habitant a augmenté et les famines sont devenues plus rares. Tout exercice de prospective, quoiqu'il ne puisse prévoir l'évolution des techniques, a l'intérêt de désigner des « zones à risque » [2].

La population du monde va doubler à nouveau, dans le prochain demi-siècle. Les terres arables vont être à l'évidence sollicitées, mais les rendements moyens en céréales vont augmenter encore. Un autre facteur risque de manquer : *l'eau douce* [3].

La ressource en eau douce

L'eau représente 80 % de la faune et de la flore existant à la surface de la terre. Elle est le vecteur qui conduit les éléments nutritifs aux plantes. Elle a été très tôt perçue comme un facteur essentiel du développement (construction de barrages et de canaux d'irrigation, il y a sept millénaires, sur les bords du Tigre et de l'Euphrate). De toutes les ressources renouvelables de la planète, l'eau douce est celle dont le manque est le plus implacable pour l'humanité. Collecteur de pollution difficile à purifier, chère à transporter, impossible à remplacer, l'eau est indispensable à la vie elle-même. Seule une petite fraction de l'eau présente sur la planète est réellement utilisable par l'homme.

L'eau douce ne représente que 2,5 % du total de l'eau du globe. Et si l'on écarte celle emprisonnée dans les calottes polaires et les glaciers, il ne reste plus que 1 %. De plus, l'homme n'exploite en réalité que l'eau qui lui est apportée localement par les précipitations. 119 000 km³ d'eau tombent chaque année sur les continents, 72 000 km³ sont restituées à l'atmosphère sous forme d'« évapotranspiration » (évaporation des sols et respiration des couverts végétaux). Restent donc 47 000 km³ d'eau renouvelable, réserve d'eau réduite et fragile sur laquelle repose la vie de la flore et de la faune terrestres, et en particulier de l'homme [4].

Plus de la moitié de ces eaux retournent actuellement à la mer inutilisées, un huitième tombe sur des zones du globe trop éloignées des sites habités pour être utilisés; la limite supérieure des capacités en eau renouvelable effectivement utilisables ne dépasserait pas, dans les conditions techniques et démographiques actuelles, 15 000 km³ par an, soit en moyenne 2 500 m³ par habitant et par an.

Besoins et consommations

On estime à 2,5 litres d'eau par personne et par jour la quantité nécessaire pour satisfaire les exigences strictement métaboliques. Mais Malin Falkenmark, hydrologue suédoise, estime les besoins domestiques à 100 litres par jour, disons 40 m³ par an, avec des normes suggérées par les pays les plus développés de la planète. C'est que ceux-ci sont de gros consommateurs [4] : chaque usage d'une chasse d'eau de toilettes consomme 8 à 10 litres, d'un bain 150 à 200 litres, d'une machine à laver le linge (5 kilos) 80 à 100 litres... Les consommations domestiques varient considérablement. La moyenne mondiale étant de 52,

Sommaire

Éditorial : L'homme et l'eau

• La ressource en eau douce	1
• Besoins et consommations	1

• De fortes disparités nationales	2
• L'eau, ressource conflictuelle	2
• Les stratégies de l'avenir	3

elles vont de moins de 6 m³ (Ethiopie, Rwanda, Burundi, Bangladesh, etc) à plus de 200 (Etats-Unis) et même à plus de 800 (Australie), selon le niveau de développement mais aussi selon les pratiques culturelles (tableau 1).

La production d'un kilo de blé demande 4 à 500 litres d'eau, celle d'un kilo de riz, près de 2 000 litres. En moyenne les consommations agricoles sont huit fois supérieures aux consommations domestiques (444 m³ par an et par habitant), celle de l'Afrique est à 216, celle de l'Amérique du Nord à 912 [5]. Quant aux consommations industrielles, elles ne représentent en moyenne que trois fois les consommations domestiques, (148 m³ par an et par habitant), mais sont très dispersées. Elles se limitent à quelques m³ par an et par habitant pour certains pays en développement mais elles sont considérables en Asie Centrale : elles atteignent 3 000 en Ouzbekistan producteur de coton, et même 6 000 en Turkménistan, en raison de pertes et de gaspillages.

Or les disponibilités en eau douce sont encore plus inégales que les consommations. Le Brésil, le Canada, le Congo, la Colombie, le Bangladesh ou même l'Indonésie disposent de capacités considérables. A l'inverse, la rive sud de la Méditerranée est mal dotée, des pays désertiques riches comme les Emirats Arabes Unis ont une consommation triple de leurs disponibilités. Ces pays doivent soit prélever de l'eau chez leurs voisins, soit « boire leur capital » d'eau non renouvelable.

La consommation d'eau aurait plus que triplé de 1950 à 1990 (augmentation de 230 %), en partie du fait du doublement de la population du globe, en partie du fait de l'augmentation de la consommation par habitant [6]. La question est donc de savoir si les ressources de la planète permettront une augmentation semblable entre 1990 et 2050, dans l'hypothèse d'un nouveau doublement de la population et d'une nouvelle hausse de la consommation moyenne.

De fortes disparités nationales

Engelman et Leroy, s'inspirant des travaux de Malin Falkenmark, définissent un premier seuil, dit d'« état d'alerte » (« *water stress* ») en-deçà de 1 700 m³ d'eau par an et par habitant et un second dit de « pénurie chronique » en-deçà de 1 000 m³. En dessous du premier seuil, les pénuries sont soit régulières mais localisées, soit générales mais occasionnelles. En dessous du second, elles deviennent régulières et générales.

Comme ils supposent les technologies invariantes sur la longue période, la croissance démographique conduit à la multiplication des pays qui franchissent ces seuils. Près de 80 pays (40% de

la population mondiale) souffrent d'ores et déjà de pénuries d'eau à certains moments de l'année et 28 pays (335 millions de personnes) connaissent des pénuries chroniques. Avant 2025, une cinquantaine de pays totalisant 2,8 à 3,3 milliards d'hommes risquent de se trouver dans la même situation [3].

Des pénuries chroniques apparaissent dès maintenant dans certains pays d'Afrique : Malawi, Somalie, Rwanda, Burundi, Kenya. Selon la FAO [5], les trois derniers de ces pays et la Tunisie se trouveront d'ici 2025 dans une situation de pénurie rendant impossible leur auto-suffisance alimentaire, même avec d'importants investissements hydrauliques et fonciers. Sont de même menacés les pays à forte croissance démographique : Maroc, Algérie, Lybie, Syrie, Jordanie..., mais aussi Egypte, Iran, Ethiopie, Tanzanie, Lesotho...

La dimension locale du problème de l'eau est essentielle. Dans certaines zones de Russie, dans certains quartiers des mégapoles du Tiers-Monde, il y a d'ores et déjà des dégradations irréversibles des ressources en eau.

L'Inde dispose globalement de suffisamment d'eau. Mais la croissance de la population pourrait la faire tomber avant 2030 en dessous des 1 700 m³. Les précipitations varient entre 100 mm/an dans les régions de l'ouest du Rajasthan et 9 000 dans l'état de Meghalaya au nord-est. Des régions bénéficiant de fortes précipitations sont frappées de sécheresse parce que leurs sols sont dénudés et compacts, ce qui augmente par ailleurs la fréquence des inondations [3]. La région des plaines du nord de la Chine souffre déjà de manques sévères en eau.

Les Etats-Unis disposent d'une moyenne de 10 000 m³ par habitant et par an mais la Californie, région d'immigration au climat semi-aride, est conduite à puiser dans ses réserves souterraines.

L'eau, ressource conflictuelle

L'accès à l'eau douce est si important, tant au plan économique que sanitaire, qu'il présente un caractère stratégique essentiel. Plus de 200 bassins fluviaux et lacustres traversent des frontières internationales. Une bonne dizaine de fleuves traversent au moins six pays, le Danube étant en tête de liste. Le Nil traverse neuf pays et l'Egypte est le dernier en aval. L'Ethiopie puise ses eaux d'irrigation dans le Nil bleu et les deux pays sont menacés de graves pénuries. L'Egypte et le Soudan ont déjà signé un accord de partage des eaux du Nil en 1959.

La plupart des pays du Moyen-Orient partagent des nappes phréatiques. Israël exerce un contrôle

Pays (b)	En % (c)	Prélèvements 1992 (m ³ / an / hab.)		Disponibilités (m ³ / an / hab.)		
		Domes- tiques	Industriels et agricoles	1955	1990	2025 (d)
Congo	0	12	7	902 138	359 803	139 309
Bangladesh	1	6	206	51818	20 733	10558
Australie	5	849	457	37121	20 075	13606
Russie	3	134	653	28714	19 428	15868
Etats-Unis	19	244	1624	14934	9 913	7695
Pakistan	33	21	2032	10590	3 962	1803
France	24	125	654	4260	3 262	3044
Espagne	41	143	1045	3801	2 849	2733
Allemagne	31	73	614	2843	2 516	2384
Inde	18	18	594	5277	2 464	1496
Chine	16	28	434	4597	2 427	1818
Ethiopie	2	5	43	5073	2 207	842
Belgique	72	101	816	1 906	1 696	1706
Egypte	97	72	956	2561	1 123	630
Maroc	36	23	390	2763	1 117	590
Rwanda	2	6	18	2636	897	306
Algérie	16	35	125	1770	689	332
Burundi	3	7	13	1339	655	269
Tunisie	53	41	276	1127	540	324
Israël	86	66	344	1229	461	264
Yémen	136	16	308	1098	445	152
Emirats arabes unis	299	97	787	6195	308	176
Arabie saoudite	164	224	273	1266	306	113

Tableau 1 :
Prélèvement annuel sur les
ressources renouvelables en
eau douce (a)
et disponibilités par habitant.

(a) calculées selon les précipitations moyennes de la période 1970-1992

(b) Pays classés par ordre décroissant de disponibilités en eau par an et par habitant en 1990 (avant-dernière colonne)

(c) Part des prélèvements dans le total des ressources renouvelables

(d) Projections moyennes de l'ONU

Sources : prélèvements [7]
disponibilités [3]

strict sur l'utilisation de l'eau en Cisjordanie, dont il tire 40% de ses eaux souterraines et 25% de ses eaux d'écoulement superficiel, mais aussi sur les sources du Jourdain. Les Palestiniens accusent les colons israéliens de compromettre leur propre alimentation en eau en allant chercher leur eau plus profond qu'eux, la Jordanie se plaint d'être privée des ressources d'eau nécessaires à ses besoins grandissants. Et le partage des eaux alimente les tensions permanentes entre Israël, la Syrie et le Liban [3].

Le barrage Ataturk, destiné au développement de régions kurdes déshéritées, a considérablement affecté le débit de l'Euphrate vers la Syrie qui fondait de grands espoirs de développement sur son propre barrage situé en aval. L'Irak, encore plus en aval, demande également sa part.

Le Bangladesh demande à la communauté internationale de financer des barrages en Inde et au Népal pour contrôler le Gange et le Brahmapoutre, dont les inondations récurrentes sont très meurtrières. Dans les régions arides de l'Asie Centrale, les ressources partagées du Syr-Daria et de l'Amou-Daria pourraient être à l'origine de conflits violents entre les pays nouvellement indépendants.

Les stratégies de l'avenir

La croissance démographique est en grande partie inéluctable, et les marges de manœuvre disponibles ne peuvent guère que la ralentir. La solution des problèmes soulevés passe par la

coopération politique, économique et technique plutôt que par la politique démographique [2]. A y bien regarder, bon nombre de pistes sont déjà explorées.

La pluie efficace. L'évapo-transpiration et le ruissellement dépendent de l'utilisation des sols, les végétaux emprisonnent et restituent d'autant plus d'eau que leur volume est important, d'où l'importance du mode de développement. La mise en cultures durables optimise l'utilisation des précipitations, alors qu'inversement la désertification par surexploitation du couvert végétal par l'élevage, la déforestation sans stabilisation des sols par développement durable de cultures et éventuellement construction de terrasses, la dégradation des sols par mauvaise restitution aux terres des éléments constitutifs fondamentaux, l'utilisation de machines agricoles trop puissantes, l'urbanisation enfin, conduisent à l'inutilisation des eaux de pluie. L'Homme constitue son sol et le sol fait le climat.

L'écoulement des eaux vers les océans. Les civilisations rizicoles ont élevé à l'état d'art l'ingénierie de l'eau, principalement dans les estuaires et deltas, mais aussi dans des régions accidentées, au prix d'efforts inlassables et d'une minutie légendaire permettant d'obtenir deux ou trois récoltes par an. D'autres peuples cherchent à créer leurs sols même à partir de terres arides. L'Egypte (barrage d'Assouan, delta du Nil), l'Inde (irrigation du désert du Thar, canal Indira-Gandhi), le Pérou (projet d'irrigation de Majes),

etc. ont pour objectif une meilleure utilisation de leurs eaux fluviales. Toutes les expériences sont instructives, comme celle du barrage d'Assouan retenant non seulement les eaux du lac Nasser, mais aussi le limon nourricier. A l'avenir il faudra diminuer les quantités d'eau douce qui rejoignent inutilisées les océans

Une gestion rigoureuse des capacités en eau. Seule une petite fraction des arrosages pénètre dans la racine d'une plante cultivée, ce qui concerne les deux tiers de toute l'eau utilisée pour l'agriculture. Israël, dont la consommation d'eau ne dépasse pas 500 m³ d'eau par habitant, est un exemple d'économie rigoureuse de l'eau, au service il est vrai d'une économie développée produisant une haute valeur ajoutée. Des techniques d'irrigation « goutte à goutte » à très haute efficacité ont permis de doubler la production alimentaire en 20 ans sans augmenter la consommation d'eau. La sélection de cultures peu gourmandes en eau et les cultures en terrasses horizontales, retenant l'eau de ruissellement, améliorent l'efficacité de l'irrigation.

Les eaux souterraines, potentiel très important d'exploitation le plus souvent coûteuse, vont probablement devenir l'objet d'une âpre concurrence. L'exploitation des eaux fossiles, par nature non renouvelables, ne constitue une solution durable que si elle vise à régénérer les sols dans des zones arides.

L'eau devient, plus que la terre, un enjeu stratégique de première importance. Son coût va obliger à une gestion rigoureuse. Sur les trois fronts, domestique, agricole et industriel – tout particulièrement sur les deux premiers – la consommation et la pollution croissent avec la population et le développement. Les inégalités de disponibilité en eau conduiront à long terme à des redistributions spatiales de population. Le maintien de la qualité de l'eau, comme pour la terre, suppose la pleine utilisation des capacités technologiques pour recycler les eaux usées avant de les réinjecter dans le cycle de l'eau [5].

Longtemps ignoré, le manque d'eau impose une mise en commun universelle des savoir-faire, des données et la réalisation de monographies prospectives locales. Mais les coûts de développement devenant plus élevés, le monde n'échappera pas à une redistribution du pouvoir-faire financier, du Nord vers le Sud.

Philippe COLLOMB - Directeur du CICRED
avec la participation de Michel Louis LEVY
et Paul BELLE

Directeur-Gérant : Jacques Magaud. - C.P. n° 13243 ADEP.
Rédacteur en chef : Michel Louis Lévy. - D.L. 1^{er} trim. 1995.
I.N.E.D. : 27, rue du Commandeur, 75675 Paris, Cedex 14.
Tél. : (1) 42.18.20.00 - Télécopie : (1) 42.18.21.99 - Imp. : Jouve.

REFERENCES

- [1] G. M. HIGGINS et al., : « Potential population supporting capacities of lands in the developing world », Technical Report of Project « *Land resources for populations of the futures* », FAO, UNFPA, IIASA, Rome, 1982.
- [2] Philippe COLLOMB : « *L'homme et la planète à l'aube du troisième millénaire - Paradoxes* », Forum des ONG, Conférence du Caire, CICRED, 1994.
- [3] Robert ENGELMAN et Pamela LEROY : « *La sauvegarde de l'eau - La population et l'avenir des ressources en eau renouvelable* », Programme « Population et Environnement », « Population Action International », Washington, 1993.
- [4] F. VALIRON : « *Gestion des eaux - Principes. Moyens. Structures* », Cours de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, 1990.
- [5] Alain MARCOUX « Population et ressources en eau » chap.1 de *Population et Environnement*, FAO-UNFPA-TSS, septembre 1994.
- [6] P.-H. GLEICK : « *Water in crisis : A guide to the World's Fresh Water Resources* », Pacific Institute for studies in Development, Environment and security, San Francisco, 1993.
- [7] Banque mondiale : « *Rapport sur le développement dans le monde 1994 - L'infrastructure pour le développement* », 1994.



Les 6, 7 et 8 octobre 1995

MINISTÈRE DE
L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE

Pour présenter les travaux et les résultats des établissements de recherche scientifique, toutes les suggestions sont bienvenues. S'adresser au coordinateur régional ou au coordinateur national, Mireille GERY, (1) 46 34 36 21.

VIENT DE PARAÎTRE

RECUEIL D'ÉTUDES SOCIALES - N°1

(mai à août 1994) 350 pages, 100 F

A l'exemple précurseur de *Population et Sociétés*, la formule de la publication légère s'est imposée aux organismes publics d'études et de statistique. Mais rares sont les abonnés à toutes ces publications. C'est pourquoi l'INSEE, l'INED, le CEREQ, la DARES (Ministère du Travail), la DEP (Ministère de l'Education nationale), la SDSED (Ministère de la Justice), le SESI (Ministère des Affaires sociales), ont décidé, en partenariat, de republier trois fois par an les études parues dans leur publication légère.

Abonnement un an (trois livraisons) 260 F. S'adresser à :
INSEE-CNGP - BP 2718 - 80027 Amiens cedex 01

<i>Le numéro</i>	France : F 6,00	
<i>Abonnement 1 an</i>	France : F 60,00	Etranger : F 90,00
<i>Abonnement 2 ans</i>	France : F 115,00	Etranger : F 170,00
<i>Abonnement 3 ans</i>	France : F 160,00	Etranger : F 235,00