

CHARLES - PIERRE PÉGUY

QUELQUES RÉFLEXIONS SUR L'ÉCONOMIE DE L'EAU DANS L'EUROPE COMMUNAUTAIRE

INTRODUCTION

L'eau partage aujourd'hui, avec les ressources énergétiques minérales, le redoutable privilège d'être l'une des deux clefs du développement dans un monde où le refus du développement paraît devoir rester une utopie (1). Mais, à la différence de ces dernières, qui se présentent sous la forme de gisements fossiles que l'on « exploite » — et c'est alors la course entre la prospection et les techniques d'épuisement du gîte — l'eau (pour laquelle la possibilité de gisements fossiles n'est pas exclue) est essentiellement « interceptée » par l'homme au cours du « cycle » qu'elle parcourt: précipitations, écoulement souterrain, écoulement subaérien, évaporation sous ses différentes formes. Toute l'eau que l'homme peut prétendre réserver à son usage vient ainsi en définitive des précipitations atmosphériques. Si celles-ci se font sous forme de neige, une « rétention » peut

(1) Ce travail a été effectué sur l'aimable invitation de notre collègue Mario Pinna, de l'Université de Pise, auquel nous sommes redevable de toute la documentation — remarquable — concernant l'Italie. En ce qui concerne les autres pays, nous devons remercier nos collègues, et amis, de Beauregard (France, E.D.F., Equipement), Frécaut (Nancy), Gregory (Sheffield), Lecarpentier (France, Génie Rural), Paul (Strasbourg, Louis Pasteur), Potier (Chef de la Division Environnement de l'O.C.D.E.) et Rodda (Water Data Unit, U.K.). A Grenoble, des indications précieuses nous ont été fournies par Mlle Le Berre et Mme Vivian.

L'Auteur a personnellement participé au Colloque UNESCO-WMO tenu à Varna en 1976 sur le bilan de l'eau en Europe.

durer quelques mois. Mais la rétention longue, qui par glaciers interposés porte sur plusieurs décennies, peut à l'échelle où nous nous plaçons, être considérée comme nulle.

Le souci de l'eau date de tous les temps, et cela pas seulement aux marges des contrées dites arides: la toponymie et parfois des sites archéologiques en témoignent souvent. Mais cela a été longtemps un souci local. Les problèmes étaient résolus par « la » source ou « le » puits. La prise de conscience du caractère spatial des problèmes hydrologiques s'est faite très progressivement, pour les besoins de la lutte contre les inondations, puis pour l'irrigation, aujourd'hui contre la pollution, et cela du « pays » à la région, de la région à l'état, et aujourd'hui au continent. L'Européen (2) prendra conscience de la faible réalité nationale que peuvent présenter les états dans ce domaine en considérant, il est vrai, un cas limite: les Pays-Bas reçoivent de l'extérieur, par la Meuse et le Rhin, des volumes d'eau trois fois supérieurs à ceux que la pluie apporte sur leur territoire national.

LE CYCLE DE L'EAU

Qu'on le veuille ou non, et avec moins de poésie que pour le Bédouin du désert, l'Occidental de notre fin de siècle doit admettre que la pluie est une richesse. L'Européen dispose à cet égard en année moyenne de quelques $1\,400\,10^3\text{ km}^3\cdot\text{année}^{-1}$ d'eau précipitée, soit environ $5\,500\text{ m}^3\cdot\text{année}^{-1}$ par habitant. Cela représente *six fois moins* que la moyenne mondiale estimée à $33\,000\text{ m}^3\cdot\text{année}^{-1}$. Les U.S.A. dépassent légèrement eux-mêmes de peu cette moyenne mondiale. Mais surtout, un état dépasse largement les autres pour ce rapport précipitations totales annuelles/population: l'U.R.S.S., avec $43\,000\text{ m}^3\cdot\text{année}^{-1}$. C'est donc à un rang modeste que l'Européen doit se résigner dès le départ, rang modeste dû évidemment davantage à l'effectif élevé de la population qu'à l'insuffisance des précipitations elles-mêmes.

(2) Les termes d'« Europe » et d'« Européen » désigneront désormais, dans la suite de notre texte, dans un souci d'allègement de sa rédaction, l'ensemble des neuf états de la Communauté et le citoyen de l'un ou l'autre de ces états.

L'eau utile est, dira-t-on, celle qui est captable, soit par dérivation d'un cours d'eau, soit par pompage dans une nappe. Il faudrait donc éliminer des chiffres ci-dessus toute l'évaporation pour ne retenir que l'eau *écoulée*. Celle-ci ne représente, pour le globe entier, que le tiers environ des précipitations. Pour l'Europe, en raison surtout d'une température moyenne très sensiblement inférieure à celle de la planète, ce rapport s'élève à 45%, ce qui laisse environ 2 500 m³. année⁻¹ par hab., contre 18 050 pour l'U.R.S.S. et 11 320 pour les U.S.A. (3). Notons tout de suite que cette façon de faire n'est ni rationnelle, ni même simple. Que faut-il entendre par de l'eau *écoulée*? Les développements que nous consacrerons aux problèmes de l'irrigation montreront l'ambiguïté de ce concept. Certains géographes allaient jusqu'à ne plus prendre en compte dans le bilan les débits prélevés par les canaux, tandis que d'autres ajoutaient ces débits à ceux restés dans le lit pour calculer un « débit naturel reconstitué ». C'est que les géographes n'ont longtemps vu dans l'évaporation que son aspect négatif — le déficit du bilan hydrique — et non une évapotranspiration, conditionnée dans nos régions de vieilles cultures par les façons culturales elles-mêmes, et intimement associée à la production.

Détail important: des fleuves traversent les frontières, non seulement intérieures, mais extérieures de l'Europe. Il y a donc, au niveau de l'écoulement, un *bilan superficiel* (ou *bilan latéral*) dont il faut maintenant tenir compte. Ce bilan se trouve être pour nous, en année moyenne, largement excédentaire. Les comptes se font là soit de m³. sec⁻¹, soit en km³. année⁻¹ (1 km³. année⁻¹ = 31.7 m³. sec⁻¹). La Suisse, et pour une moindre part l'Autriche, déversent ainsi, en année moyenne, 63 km³. année⁻¹ vers la Communauté, 52 km³. année⁻¹ par l'Inn et le Rhin, 9 km³. année⁻¹ par le Rhône, 2 km³. année⁻¹ enfin par le Ticino. A ces eaux alpestres, s'ajoutent le drainage, principalement par l'Elbe, de la R.D.A., et par delà de la Tchécoslovaquie, ce qui

(3) L'immense Canada dispose de plus de 135 000 m³. année⁻¹ par hab. C'est le type même d'une moyenne non significative, parce que portant sur un espace trop hétérogène. On rendrait mieux compte des réalités en ne considérant que le « Canada utile », ce qui reviendrait sans doute à diviser le nombre cité par six ou huit.

représente quelques $23 \text{ km}^3 \cdot \text{année}^{-1}$. Le total des apports s'élève donc à $86 \text{ km}^3 \cdot \text{année}^{-1}$. Le passif est constituée par ce que le Danube apporte à l'Autriche en quittant la frontière allemande, soit $45 \text{ km}^3 \cdot \text{année}^{-1}$, ce qui laisse un bilan latéral largement positif de $41 \text{ km}^3 \cdot \text{année}^{-1}$. Ainsi, les « exportations » d'eau fluviales de l'Europe des neuf ne représentent elles que moins de la moitié de ce que ses voisins laissent couler vers elle... En valeur absolue, nous verrons que cet excédent fluvial représente plus que la *consommation* proprement dite de l'eau en Europe.

Eau précipitée, eau écoulee: les valeurs citées paraissent énormes, tant que l'on s'en tient à ces moyennes globales. $2500 \text{ m}^3 \cdot \text{année}^{-1}$ par habitant, cela représente en fait le volume d'un cube de plus de 13 m de côté: une belle citerne! Mais les vrais problèmes ne sont pas là. Ils sont dans la *grande irrégularité spatio-temporelle des précipitations (ou de l'écoulement)*. L'homme a besoin d'eau, certes, mais *où* il faut, et *quand* il en faut. Et ici, rien ne va plus.

Irrégularité spatiale, tout d'abord: les totaux pluviométriques annuels moyens dépassent 2 400 mm sur les sommets externes des Highlands d'Écosse. Dans les Alpes, ces mêmes totaux restent, toutes proportions gardées, plus modestes: en raison des délestages effectués sur les Préalpes, ils ne dépassent en effet 2 000 mm que sur des portions relativement restreintes des hauts massifs. Mais, à l'inverse, des secteurs étendus du littoral méditerranéen ne reçoivent que moins de 600 mm de précipitations par an: c'est le cas du littoral adriatique méridional de l'Italie (4). Quant à la gamme de l'écoulement moyen, elle s'étend de 2 000 mm à moins de 200 mm par an.

(4) On saisit tout de suite l'intérêt qui s'attache à une bonne connaissance de la *pluviométrie* de nos régions. De fait, la pluviométrie de l'Europe a été à plusieurs reprises cartographiée à petite échelle. Malheureusement, des études plus fines se heurtent à l'obstacle que constitue l'insuffisance des données. On ignore trop souvent que le nombre des pluviomètres est, pour certaines régions, moins élevé aujourd'hui qu'avant 1914, du fait surtout de la difficulté qu'éprouvent les Services à faire effectuer des relevés 365 jours sur 365. La densité des postes est, en moyenne, de 11 par 1 000 km^2 pour l'ensemble de l'Europe. Le pays le mieux fourni est le Royaume-Uni, avec 18.2 pluviomètres par 1 000 km^2 , le moins bien fourni étant la France avec 6.2 pluviomètres par 1 000 km^2 . Deux pays méritent une mention sur le plan technologique: l'Allemagne Fédérale, par son souci

A ces contrastes spatiaux, dont rend compte en première analyse la carte d'isohyètes, s'ajoutent les effets, plus frappants, des rythmes pluviométriques différents. Rythme journalier, dans la concentration plus ou moins marquée des précipitations en un nombre limité de jours: alors que les précipitations supérieures à 30 mm/24 heures sont pratiquement inconnues sur les côtes françaises de la Manche, elles représentent à elles seules près de 60% des abats pluviométriques annuels sur certains arrières-pays méditerranéens. Rythmes saisonniers, trop connus sans doute de nos lecteurs pour qu'il soit question ici de faire autre chose que de les évoquer. Rythmes à long terme, enfin, déjouant d'ailleurs tout essai de réduction à quelque cycle et qui se traduit par la *variabilité interannuelle* bien connue des totaux pluviométriques. Disons seulement ici qu'en exprimant cette variabilité à l'échelle de l'année entière, par le rapport D_9/D_1 des déciles extrêmes des totaux annuels, on constate que ce rapport varie de 1.5 pour les régions océaniques à variabilité interannuelle faible à 2.3 - 2.5 pour les régions de l'Europe où, sur des espaces réduits, cette variabilité paraît devoir être la plus forte. En règle générale, ces anomalies n'affectent pas en même temps tout notre domaine d'étude: la sécheresse du printemps et de l'été 1976, dont Français, Belges et Anglais gardent le triste souvenir, fit place au contraire pour les pays méditerranéens, et cela dès le midi de la France, pour la même période, à des excédents pluviométriques. Des effets de compensation interviennent à l'échelle européenne, mais dont il est difficile à l'économie de tirer profit.

En face de cette eau précipitée, l'autre donnée climatique de base est l'*évapotranspiration potentielle* (ETP) qui ne dépend — la chose est essentielle — que des seuls facteurs climatiques,

d'avoir adapté son réseau pluviométrique à son relief, ce qui le rend plus significatif (24% des pluviomètres au dessus de 500 mètres, pour 21% du territoire national dépassant cette altitude; pour le Royaume-Uni, par contre, 2% seulement des pluviomètres sont situés à des altitudes supérieures à 500 m, altitudes auxquelles se développe pourtant 9% du territoire national); l'Italie, par ce fait que la moitié des stations y sont équipées aujourd'hui de pluviomètres enregistreurs, ce qui permet d'envisager des recherches d'analyse spatiale portant sur les précipitations à des échelles de temps et d'espace actuellement inaccessibles en tout autre pays.

et augmente régulièrement du nord au sud : de moins de 300 mm par an en Écosse à plus de 1 200 mm par an en Sicile. A ce compte, cette évapotranspiration potentielle (que les vieux climatologues appelaient parfois le « pouvoir évaporant de l'atmosphère ») se trouve dépasser les totaux pluviométriques annuels moyens dès le littoral français de la Méditerranée et sur la plus grande partie de l'Italie, Alpes exclues. L'excès des précipitations sur ETP dépasse le mètre sur les points les plus arrosés des Highlands d'Écosse, mais l'excès de sens inverse dépasse 600 mm (toujours en moyennes annuelles) dans la Sardaigne et la Sicile. Uniformément répartie sur l'année, un tel déficit entraînerait l'existence d'un désert : c'est la concentration des précipitations méditerranéennes sur la saison froide qui sauvegarde un écoulement, au moins saisonnier.

TYPES DE BILANS HYDROLOGIQUES NATURELS EN EUROPE

En ajoutant au jeu des facteurs climatiques celui du substrat sur lequel s'abattent les précipitations (altitude, pente, sol, sous-sol), quelques *types de bilans hydrologiques naturels* peuvent être dégagés.

Les *montagnes* sont le cadre d'un premier type. On dit souvent d'elles qu'elles constituent des « châteaux d'eau », et l'expression n'a rien d'impropre. Les précipitations y sont plus abondantes, et en même temps une plus forte proportion de celles-ci donne lieu à écoulement. En France, on estime que 16% du territoire national donne naissance, sous forme de ruissellement ou de sources, à la moitié des eaux qui atteignent les rivages. Sous cette perspective, la plus grande partie du territoire français apparaît comme hydrologiquement « passive », et l'on exagérerait à peine en considérant comme allogènes les cours d'eau qui la traversent. Le régime des cours d'eau venus des montagnes est, d'autre part, gravement influencé par la rétention nivale. Le rôle de la rétention glaciaire qui se traduit, lui, au niveau non seulement des saisons, mais de la régularisation interannuelle des débits, ne se fait par contre sentir qu'au niveau des très hautes vallées.

Les *plaines atlantiques* et leur encadrement de *massifs hercyniens* connaissent un autre type de bilan. Le rythme de l'écoulement est conditionné presque exclusivement par celui de l'évapotranspiration, donc des températures: etymologiquement, le terme d'«*étiage*» est né dans ces régions de l'île de France ou du Val de Loire. J. Mounier a souligné l'importance du découpage de l'année en deux saisons selon que les précipitations étaient supérieures ou inférieures à l'évapotranspiration potentielle et montré que les ressources hydrologiques s'exprimaient assez bien en première approximation par la différence $P - ETP$ pendant les mois pour lesquels $P > EPT$. D'une année à l'autre, ces facteurs du bilan offrent une variabilité sensible que les transformations de l'agriculture et le développement du tourisme sont venu révéler. D'où l'importance de la réserve utile d'eau dans le sol, variable selon les lieux. Les nappes alluviales associées à certains fleuves constituent un autre type de relais dans le bilan de l'eau. Celle du Rhin, dans la Plaine d'Alsace-Bade, est la plus importante d'Europe, avec 2 km^3 , dont $400 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ exploités annuellement. Quant aux réserves profondes, inexistantes sur les massifs anciens, elles plafonnent aux environs d'une capacité de 50 mm dans les bassins sédimentaires, ce qui donne pour la Seine quelques $4 \text{ km}^3 \cdot \text{année}^{-1}$ sur les 18 km^3 du débit total annuel, soit 22% de celui-ci.

L'*Europe méditerranéenne* offrirait un troisième type régional de bilan de l'eau. Les caractéristiques en sont que les totaux pluviométriques annuels moyens y restent toujours inférieurs à l'évapotranspiration potentielle. Ajoutons encore que l'espace méditerranéen est très discontinu, que la montagne n'est jamais loin, et qu'il est souvent truffé de grosses masses calcaires dont nous allons rappeler le rôle.

Il existe en effet un quatrième type de régions présentant un type original de bilans de l'eau: les *karsts*. Ils n'occupent nulle part, d'un seul tenant, des surfaces du même ordre que les types précédents, mais des karsts d'étendues relativement faibles perturbent les conditions de l'écoulement très en aval. Les réserves profondes peuvent être estimées correspondre à

une lame d'eau de 400 à 600 mm, soit dix fois plus que sur un bassin sédimentaire du type bassin de la Seine. Les incidences de la présence d'un karst sont de deux ordres: apparition d'une aridité lithologique en surface, des précipitations de l'ordre de 1 500 mm pouvant n'entraîner un écoulement apparent que de 200 mm (Vercors), ce qui rend difficile l'occupation du sol par de trop petites unités humaines; existence d'autre part d'une forte régularisation naturelle de la variabilité interannuelle des débits, les réserves profondes correspondant souvent à 80% du module.

Ces notions, même si elles font déjà appel à quelques chiffres, restent trop descriptives: il reste à quantifier, ou mieux encore à modéliser l'écoulement. On sait depuis longtemps — le français Pierre Perrault l'ayant établi en 1674 — que l'eau apportée par un fleuve à la mer n'a pas d'autre origine que l'eau atmosphérique précipitée sur son bassin, et que le volume débité à l'aval reste notablement inférieur au volume précipité, la différence constituant le « déficit d'écoulement ».

$$P > Q \qquad Q = P - D$$

Ces trois termes peuvent s'exprimer (cf. nos tableaux 1 à 3) en valeurs absolues ($\text{km}^3 \cdot \text{année}^{-1}$), ou en hauteurs d'eau annuelles (mm), ou encore être, comme nous l'avons déjà fait, rapportés à la population ($\text{m}^3 \cdot \text{année}^{-1}$ par hab.). En fait, la notion de déficit d'écoulement, longtemps considérée globalement, peut être affinée en tenant compte de deux ordres de considérations.

L'une est la distinction qu'il convient d'établir entre la quantité d'eau qui s'évapore — ou s'évapotranspire — *sur place*, à l'échelle d'une parcelle expérimentale et celle qui a effectivement participé à l'écoulement sur une portion de cours d'eau, *mais ne se retrouve pas dans le débit mesuré à l'embouchure*. Cette distinction permet d'opposer le *déficit local* aux *pertes*, ces pertes étant en fait, soit une ré-évaporation de l'eau vers l'atmosphère, soit un drainage souterrain vers la mer par les nappes alluviales. Dans les deux cas, les stations de jaugeage les plus proches de l'embouchure sont court-circuitées.

L'autre fait à considérer est l'incidence sur le bilan de l'eau de l'occupation par l'homme de la planète. Il s'agit essentiellement d'un surcroît d'évaporation (5), donc d'un accroissement du déficit, dont les causes sont l'évapotranspiration des régions irriguées, l'évaporation sur les retenues artificielles, et toute la consommation proprement dite de l'eau sur laquelle nous reviendrons plus longuement. Ces quantités d'eau viennent accroître ce que nous avons défini être les pertes (6).

C'est évidemment dans le cadre d'un bassin versant que ces concepts prennent toute leur signification. Notre tableau 1 en donne les valeurs numériques pour quelques fleuves européens.

En guise de conclusion de cette première approche limitée aux aspects physiques du problème de l'eau, n'hésitons pas à rappeler quelques banalités. Les îles — îles Britanniques d'une part, Corse, Sardaigne et Sicile de l'autre — représentent déjà plus du quart de l'ensemble que nous étudions: il est exclu, par leur taille et leur configuration que des bassins versants d'une étendue seulement honnête puissent s'y développer. L'Italie péninsulaire n'est guère plus avantagée. Le reste de l'Europe présente un relief charpenté et articulé, où la chaîne alpestre joue le rôle de château d'eau, sans que soit exclue pour autant la possibilité pour des massifs d'altitudes modestes de constituer des centres secondaires de dispersion hydrographique (Massif Central français). Aussi, ne doit-on pas s'étonner que les six plus grands fleuves de l'Europe (7) ne drainent-ils au total que 38% de la surface de celle-ci. Ce véritable éparpillement de l'hydrographie vaut à l'Europe de figurer, au palmarès hydro-

(5) Le phénomène inverse se produit également: l'urbanisation croissante a entraîné en effet l'extension de surfaces rigoureusement imperméables (toitures, chaussées, parkings) et le ruissellement accru qui en résulte s'accompagne d'une diminution de l'évaporation. Il semble qu'un certain équilibre se maintient jusqu'ici entre ces deux processus.

(6) L'accroissement du déficit, dû à l'action de l'homme, peut dans certains cas se faire sentir à l'échelle locale, et devrait donc en toute rigueur être comptabilisé en surcroît d'ETR, et non en pertes. C'est le cas de l'irrigation à très courtes dérivations, ou même des façons culturales, qui, même en terre sèche, implique un surcroît d'évapotranspiration.

(7) Bassin du Rhin compté pour sa totalité, bassin de l'Elbe exclu. Rappelons encore que le terme d'« Europe » ne désigne ici que l'ensemble des neuf états de la Communauté.

TABLEAU 1

BILANS DE QUELQUES FLEUVES EUROPEËNS

Fleuve	P	ETR	P-ETR	Pertes	Écoulement à l'embou- chure
Elbe	118	89	29	2.5	26.5
(148 000 km ²) . .	797	601	196	17	179
Rhin	146	76	70	7.0	63.0
(160 000 km ²) . .	912	474	438	44	394
Tamise	12	8.5	3.5	0.0	3.5
(15 300 km ²) . .	784	555	229	0	229
Seine	60	42	18	4.5	13.5
(78 600 km ²) . .	769	538	231	58	173
Loire	101	64	37	10.0	27.0
(115 000 km ²) . .	878	556	322	87	235
Rhône	113	57	56	2.0	54.0
(98 500 km ²) . .	1147	579	569	20	548
Pô	81	31.5	49.5	1.5	48.0
(75 000 km ²) . .	1080	420	660	20	640
Adige	12	4.5	7.5	0.0	7.5
(12 000 km ²) . .	1000	375	625	0	625

P, précipitations; ETR, évapotranspiration réelle.

Chiffres droits: volumes d'eau annuels moyens (en km³); chiffres en italique: hauteurs d'eau annuelles moyennes, rapportées à l'ensemble du bassin (en mm).

logique mondial, à un rang bien plus modeste encore que ne le laisserait présager sa surface... Mais si l'Europe est un continent pauvre au regard d'une hydrologie purement physique, une occupation humaine millénaire, plus dense et plus ingénieuse que sur nul autre, lui vaut (sauf pour l'hydro-électricité) une place souvent remarquable, et cela surtout sur le plan technique.

PRÉLÈVEMENT, CONSOMMATION ET BILANS DE L'EAU DANS L'EUROPE DES NEUF

L'eau que l'homme intègre à son économie est en fait interceptée à l'un ou l'autre des stades du cycle qu'elle décrit dans la nature. Les quatre types classiques sont:

- a) la collecte directe de l'eau de pluie;
- b) le captage des sources;
- c) le pompage dans une nappe phréatique, profonde ou alluviale;
- d) la dérivation (avec ou sans pompage) dans le réseau hydrographique de surface.

Le mode *a*) qui consiste par exemple à recueillir la pluie sur les terrasses des habitations, traditionnel dans les pays subarides, n'est pas à prendre en compte chez nous. Les modes *b*) et *c*) constituent des formes diverses de recours aux réserves souterraines. Il faut savoir que celles-ci ne constituent en tout état de cause qu'un relais dans le cycle de l'eau, assurant, il est vrai, les deux avantages de poids que sont la plus grande régularisation des débits et une meilleure qualité des eaux. Quant au mode *d*), il comporte une grande variété de formes techniques de détails allant de la prise au fil de l'eau à la dérivation sur barrage, ou au pompage dans un lac naturel. En règle générale, le 1/5 environ de l'eau utilisée par l'homme en Europe provient des ressources souterraines, et les 4/5 des ressources de surface (8). Mais toute l'eau « prélevée » n'est pas pour autant soustraite au cycle — visible — de l'eau liquide. C'est que l'utilisation de l'eau par l'homme recouvre en fait deux choses, qu'il faut soigneusement distinguer: son *prélèvement*, et sa *consommation*. L'eau prélevée, par l'une ou l'autre des techniques rappelées ci-dessus, peut en effet ne faire l'objet que d'un emprunt pour être restituée plus ou moins loin vers l'aval, après avoir ici refroidi une chaudière, là véhiculé des déchets. C'est même le cas le plus fréquent. Seule l'eau non-restituée sera dite « consommée ». Elle se trouve en partie intégrée aux cellules végétales ou animales de la biomasse, ou aux divers produits de l'industrie humaine. Elle est surtout, pour sa plus grande part, restituée à l'atmosphère par l'évapotranspiration des plantes cultivées.

(8) Ce schéma est volontairement très simplifié. On aura une idée de la diversité des techniques de captage en citant la récupération par des drains de l'eau de filtration des berges qui a été systématisée en Allemagne Fédérale au point de fournir aujourd'hui 12% de l'eau prélevée.

L'exemple le plus parfait d'eau simplement prélevée est celle qui est mise en oeuvre dans les *centrales hydro-électriques*. L'eau est restituée à l'aval sans autre perte que l'énergie potentielle que constituait la dénivellation. Elle peut être reprise — et l'on ne s'en fait pas faute — pour tout autre usage, y compris pour de nouvelles centrales qui se relaieront à l'aval en marches d'escalier. Les quantités d'eau ainsi prélevées sont gigantesques : elles représentent, pour la France, les deux tiers de l'écoulement d'ensemble des cours d'eau. Si l'on tient compte que de l'eau, prélevée pour cet usage, passe en moyenne trois fois dans une turbine, *le total de l'eau turbinée en France représente plus du double du total de l'écoulement français* (375 km³ contre 170 km³). Il s'agit là de grandeurs d'un tout autre ordre qu'en ce qui concerne les autres usages de l'eau : l'effet de taille introduit perturberait toute analyse. D'un autre côté, les volumes d'eau en circulation que l'on calcule en prenant en compte les turbinages multiples n'ont guère de signification concrète. Aussi, convient-on, en général, d'exclure l'eau prélevée pour les seuls besoins de l'hydro-électricité des comptabilités de bilan de l'eau en géographie humaine.

Il est intéressant, par contre, d'évoquer rapidement le rôle de l'hydro-électricité en Europe en prenant en compte une unité d'énergie. Pour des raisons évidentes (absence de grandes artères fluviales, absence de hauts plateaux bordés de chutes...), l'Europe ne figure pas parmi les régions du globe favorisées en la matière. On distingue (9) un potentiel théorique (dit quelquefois « sauvage »), calculé d'après les seules données de la morphométrie et des débits, un potentiel *équipable* qui tient compte des contraintes de l'économie pré-existante, et enfin, un potentiel *équipé*. Pour le monde entier, le potentiel sauvage est estimé à 36 000 TWh (10), le potentiel équipable à 9 800 TWh (37%) (11),

(9) Les chiffres cités sont empruntés à J. COTILLON, *L'hydro-électricité dans le monde*, « La Houille Blanche », Grenoble, n° spécial 1-2, 1978.

(10) TWh = milliard de kilowattheures (10⁹ KWh, ou 10¹² Wh). C'est la valeur totale de l'énergie fournie en année moyenne qui est à retenir pour ce type de comparaison.

(11) Dont respectivement 700 TWh pour le seul Zaïre (Congo) et 500 TWh pour le Brahmapoutre, soit à eux deux le huitième du potentiel équipable mondial : les monstres énergétiques de demain.

le potentiel équipé à 1 426.5 TWh (4%, et 14% de l'équipable). L'Europe ne représente que 2% seulement de ce potentiel mondial sauvage. En revanche, un équipement beaucoup plus poussé permet à nos neuf pays d'atteindre un pourcentage de la production hydro-électrique mondiale approchant 10%. C'est l'Allemagne qui vient à cet égard en tête, le potentiel équipé représentant pour ce pays 82% du potentiel équipable.

En ce qui concerne les autres usages que l'homme fait de l'eau, leur accroissement peut être considéré comme le produit de deux facteurs: d'une part l'augmentation numérique de la population; d'autre part, l'accroissement du prélèvement moyen de l'eau *per capita*. En deux siècles — de 1770 à 1970 — la population de l'Italie, de la France et du Royaume-Uni (les trois seuls états pour lesquels on puisse disposer d'estimations dans des frontières homogènes) est passée au total de 48 à 161 millions d'habitants, soit un facteur d'augmentation de 1,8 par siècle, ou encore environ 1,2 par génération. L'autre facteur peut être considéré comme résultant d'une élévation générale du niveau de vie. Un indicateur indirect peut en être fourni par la tendance à une concentration urbaine de plus en plus poussée, cette concentration entraînant non seulement un accroissement des besoins individuels des familles, mais l'apparition de besoins spécifiques nouveaux (voirie). Or, si la population de l'Europe a augmenté de 30% depuis 1950, ce taux atteint 40% en ne considérant que les seules populations urbaines. Un autre indicateur pourrait être fourni par la consommation d'énergie. Enfin, l'accroissement des besoins en eau est lié encore à l'apparition de techniques spécifiques nouvelles, telles que le refroidissement des centrales thermiques.

Dans les économies archaïques, les prélèvements restaient proches des consommations. C'est avec le développement de l'ère industrielle que la distorsion s'est accrue entre ces deux finalités des besoins en eau, une exploitation sauvage des ressources hydrologiques amenant un développement des prélèvements beaucoup plus rapide que celui de la consommation: pour l'Europe entière, de 1900 à 1970, les prélèvements d'eau ont été multipliés par 8 et la consommation seulement par 5. Au cours des

plus récentes années toutefois, la mise en oeuvre de diverses techniques s'est traduite par un accroissement du rapport consommation/prélèvement. Une fois exclue l'utilisation de l'eau aux fins de production d'énergie hydro-électrique, dont on a montré ci-dessus l'originalité, différents types de prélèvement, ou de consommation, doivent être distingués, répondant à des besoins citadins, agricoles, industriels, ceux-ci eux-mêmes très diversifiés. Mais le classement de ces types de besoins, par ordre d'importance, diffère du tout au tout selon que l'on considère la totalité de l'eau prélevée, ou que l'on se borne à ne prendre en compte que l'eau consommée.

L'eau prélevée. — Une certitude à affirmer: l'utilisation de l'eau qui vient en première place (ou en seconde, derrière l'hydro-électricité) est le *refroidissement des centrales thermiques*, classiques ou nucléaires. Les quantités d'eau nécessaires sont, en technique de « circuit ouvert », de l'ordre de $50 \text{ m}^3 \cdot \text{sec}^{-1}$ par tranche de 1 000 MW, pour un réchauffement maxima toléré de 7°C . Demander à l'eau de constituer ainsi une « source froide », au sens du principe de Carnot, est sans doute la grande originalité de son intégration à l'économie contemporaine. C'est, en tous cas ce type d'utilisation dont la progression a été, et paraît devoir rester dans les prochaines années, la plus rapide: en France, les prélèvements d'eau des centrales thermiques ont triplé de 1955 à 1970. L'on escomptait qu'ils allaient doubler encore jusqu'en 1990. Au total, les neuf états européens doivent prélever déjà quelques $50 \text{ km}^3 \cdot \text{année}^{-1}$ pour cet usage.

L'irrigation occupe la seconde place parmi les volumes d'eau prélevés, avec une estimation de 37 km^3 par an, dont 29 pour la seule Italie. Vieil héritage de la civilisation et du paysage méditerranéen, l'irrigation traditionnelle n'est pas une panacée, et a offert prise de tout temps à quelques critiques. Elle doit être évidemment concentrée pendant la période végétative (en Italie, 40% du débit annuel d'irrigation est utilisé en juillet-août), ce qui, compte tenu des régimes hydrologiques locaux, peut amener à envisager la construction de réserves considérables. Néanmoins, une portion importante du débit dérivé

(estimée en Italie à 13% du débit annuel) doit être réservée pour la morte saison (octobre-mars), pour l'entretien des canaux, ce qui constitue une perte non négligeable. Enfin, une part importante de l'eau (50% à 60%) mise en oeuvre dans l'irrigation traditionnelle, dite encore « par gravité », s'infiltrait au droit des rigoles, sans profit pour les racines. Mais l'irrigation a renouvelé aujourd'hui en partie ses techniques, et même ses objectifs économiques. À côté de l'irrigation par gravité est apparue l'irrigation par aspersion, et déjà l'irrigation de demain — le « goutte à goutte » entièrement souterrain — mise au point en Israël, est essayée avec succès en Europe. Sur le plan technique, il faudrait signaler encore l'emploi pour l'irrigation, après épuration, des eaux usées en provenance des agglomérations: c'est ce qui contribue à expliquer que l'Allemagne Fédérale puisse figurer sur les statistiques pour 310 000 ha, les Pays-Bas pour 125 000 ha et que le Danemark même déclare 60 000 ha comme irrigués. Seule l'Irlande ne donne pas de valeurs dans les publications internationales. Il est même quelque peu paradoxal de constater que si l'on calcule un taux d'irrigation reposant uniquement sur la prise en compte des surfaces, et en éliminant du dénominateur les surfaces maintenues toujours en herbe, les Pays-Bas et la Belgique occupent respectivement la seconde et la troisième place (nul ne pouvant disputer la première à l'Italie).

Surface irriguée

$$I = \frac{\text{Surface agricole utilisée} - \text{Surface toujours en herbe}}{\text{Surface agricole utilisée}} \times 100$$

Italie	I = 29	R.F.A.	I = 3.7
Pays-Bas . . .	I = 14.7	Danemark . . .	I = 2.2
Belgique . . .	I = 11.8	Grande-Bretagne	I = 1.6
France	I = 4.3	Irlande, Luxembourg, <i>pas de données</i>	

Cette révolution technique explique qu'en France les surfaces irriguées aient triplé depuis le début du siècle (1900: 320 000 ha; 1977: 972 000 ha). La cadence actuelle d'équipements nouveaux est estimée à 27 000 ha par an pour la France et à 65 000 ha par an pour l'Italie. Une statistique de 1974 (12)

(12) « Intern. Commission of Irrigation and Drainage Bull. », July 1974.

donne pour l'ensemble de l'Europe des neuf une surface irriguée légèrement supérieure à 5.10^6 ha. Il faudrait vraisemblablement porter aujourd'hui cette surface à $5.7 \cdot 10^6$ ha dont 67% pour la seule Italie et 17% pour la France. Fort heureusement, l'évolution des techniques que nous avons évoquées fait que les prélèvements d'eau ne s'accroissent pas au même rythme: en Italie, alors qu'un hectare de culture irriguée exigeait en moyenne en 1968 $7\,700 \text{ m}^3$ d'eau par an (soit l'équivalent d'une lame d'eau de 770 mm) on escomptait que ce chiffre devait être abaissé pour 1980 à $6\,900 \text{ m}^3$ (13).

L'*industrie* (centrales thermiques exclues) vient en troisième place avec pour l'ensemble des neuf une trentaine de millions de km^3 prélevés annuellement. Les gros usagers sont l'industrie chimique (35 - 45% des prélèvements), la métallurgie (30% pour la grosse sidérurgie, laminoirs inclus), la papeterie (environ 10%). De tous les types de prélèvements d'eau que nous avons distingués, les prélèvements industriels sont ceux dont la progression tend à être la plus freinée. Les prélèvements sauvages, avec rejet immédiatement à l'aval dans le lit même du cours de l'eau polluée, ou tout au moins dégradée, qui étaient de pratique courante il y a un demi-siècle encore, sont aujourd'hui partout sévèrement proscrits: l'eau sera prise, sans doute, puisque la chose est inévitable, mais en quantité aussi réduite qu'on le pourra, surtout en période d'étiage, et servira plusieurs fois, grâce à des circuits internes par lesquels elle circulera à l'intérieur de l'usine. C'est le « recyclage » de l'eau, éventuellement combiné à des traitements régénérateurs. Pour citer l'exemple de la sidérurgie italienne (fonte + acier, année 1968) les prélèvements ont atteint cette année là $92.1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ d'eau douce (14). Mais une quantité légèrement supérieure — $98.2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ — avait déjà été utilisée au moins une fois, dont 40% après avoir subi un traitement. Dans un tel cas, le coefficient de recyclage de l'eau dépasse 2. Cette valeur est aujourd'hui absolument usuelle. Des efforts sont faits pour qu'elle soit dépassée.

(13) Nous reviendrons ci-dessous sur l'eau consommée par l'irrigation.

(14) Sans préjudice de plus de $50 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ provenant de l'eau de mer.

Reste l'eau livrée en *distribution publique*, presque toujours potable (l'expérience du double réseau de distribution, potable/non potable, tentée en quelques grosses agglomérations, ne paraissant pas rentable) (15). Longtemps limitée aux besoins élémentaires de l'hygiène et de la cuisine, la distribution publique de l'eau est allée en progressant très vite avec l'élévation du niveau de vie et la concentration de la population dans les zones urbaines et industrielles. Aussi, cette augmentation de la distribution publique de l'eau s'est-elle calquée dans chaque pays, sur le rythme de la croissance du parc immobilier: en France, la proportion des appartements disposant de WC et de salles d'eau (douches ou bains) n'était encore que de 1/3 en 1962 (résidences secondaires comprises). Elle atteint aujourd'hui les 3/4. En Allemagne Fédérale, la livraison moyenne par habitant est passée de 190 litres par jour en 1960, à 240 litres en 1977.

Aux usages proprement domestiques de l'eau s'ajoutent ceux de la vie communautaire: voirie, entretien des espaces verts, piscines, etc. De plus, un nombre croissant de petites ou moyennes entreprises industrielles se trouvent incluses dans les zones desservies par les réseaux de distribution et trouvent moins onéreux de s'y raccorder que de chercher une solution qui leur soit propre. Enfin, il faut évoquer à propos de ces réseaux un problème qui n'est pas sans rappeler certains aspects techniques de l'irrigation: celui des pertes; le total des débits décomptés à l'aval aux compteurs des abonnées n'égale jamais, et de loin, le débit prélevé en tête de la dérivation. Au bout de quelques années, sous l'effet du descellement des joints dû au trafic, la perte est déjà rarement inférieure* à 20%, elle peut atteindre 50% pour les canalisations séculaires qui existent encore en Europe dans quelques vieux quartiers (16). Ainsi, des pertes

(15) En fait, un réseau parallèle de distribution est constitué par la commercialisation des « eaux de table » en bouteilles. De nombreux économistes pensent que si les investissements effectués dans l'industrie des eaux de table l'avaient été dans les services publics de distribution d'eau des gains considérables eussent été réalisés par les collectivités.

(16) Cette eau de fuite contribue bien entendu à recharger les nappes locales. Mais ce sont des nappes en général inexploitable pour raisons sanitaires.

d'eau notables en valeurs absolues peuvent-elles se produire aussi bien dans de vieilles villes, parce qu'elles sont vieilles, que dans des villes modernes parce que le réseau y est kilométriquement trop étendu. Mais d'une façon générale, les besoins de distribution d'eau par habitant s'accroissent avec la taille des agglomérations : on peut admettre grossièrement, que pour des conditions par ailleurs égales, chaque fois que la taille d'une agglomération double, la demande en eau par tête augmente d'environ 7%.

Le total de ces divers besoins est vite fait : il représente quelques 130 km³ d'eau douce par an pour notre Europe, soit plus qu'un cube de 5 km de côté. Rappelons que tous les usages de l'eau sont inclus dans ce chiffre, sauf l'énergie hydro-électrique. Une autre image donnerait l'échelle de ces besoins : la fonte de tous les glaciers du Massif du Mont-Blanc, sur ses deux versants, donnerait tout juste de quoi ravitailler en eau douce l'Europe des neuf — ses habitants et ses usines — pendant deux mois !

L'eau consommée. — Environ 83% de l'eau « prélevée » se trouve, après un ou plusieurs usages, restituée à l'aval, plus ou moins dégradée dans l'une ou plusieurs de ses qualités physiques, chimiques ou biologiques. 17% n'est pas restitué aux océans, par l'intermédiaire des fleuves, c'est à dire est « consommée », au sens où nous avons défini ce terme. Cela représente pour l'Europe, en année moyenne, quelques 22.7 km³ d'eau.

C'est *l'irrigation* qui vient largement en tête ici. Des chiffres déjà dépassés (1970) donnent 9.6 km³ d'eau évapotranspirée par les cultures, des chiffres plus récents donnant 2.9 km³ pour la France seule. Les 15 km³ sont aujourd'hui approchés, sinon atteints, pour l'ensemble de l'Europe : cela représente approximativement les 6/10 de l'eau consommée. Mais il est important de distinguer ici l'Europe méditerranéenne du restant de notre Europe des neuf. Dans la première, et malgré les progrès récents des techniques d'irrigation par aspersion déjà évoquées, l'irrigation traditionnelle, par gravité, règne sur la majeure partie du domaine irrigué. Les végétaux n'utilisent guère plus, en fait,

de 40% de l'eau prélevée: le reste se réinfiltré sur place, sans aucun profit pour la culture, mais contribue par contre à la recharge des nappes locales. En Italie, en 1968, alors que moins du quart de la surface irriguée l'était par aspersion, les prélèvements d'eau pour l'irrigation correspondaient à une tranche annuelle de 770 mm, dont moins de 300 mm étaient évapotranspirés par les cultures. L'extension progressive de l'irrigation par aspersion permet d'améliorer ce rendement. Les Italiens espéraient, pour 1980, abaisser le prélèvement moyen à 690 mm tout en élevant la consommation. Mais cette transformation se fait au détriment de la recharge locale de la nappe, et c'est le bilan de l'eau qui s'en trouve perturbé, au moins à l'échelle locale.

L'irrigation des pays de latitude plus élevée est récente et se pratique en presque totalité par aspersion. L'économiste s'attache ici à un nouvel aspect des choses: l'irrigation contemporaine ne se propose plus seulement, comme celle de jadis, de rendre possible des cultures là où des terres fussent demeurées incultes sans elles, elle se donne pour objet d'améliorer des rendements là où la rentabilité eût été insuffisante, et surtout aléatoire (irrigation de complément). Les besoins en eau sont ici bien moindres, à la fois en raison d'une moindre rigueur de l'été et d'une meilleure utilisation de l'eau. La France qui par sa position sert de charnière entre les deux volets de l'Europe montre le détail de la transition par les données de ses statistiques régionales: la région Provence-Côte d'Azur utilise en moyenne $5\,000\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$, année⁻¹, soit l'équivalent d'une lame d'eau annuelle de 500 mm. En Picardie, les besoins sont cinq fois moindres: $1\,000\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$, année, soit 100 mm d'eau, mais dont 80 mm peuvent être ici considérés comme « consommés ».

La *distribution publique* de l'eau vient au second rang (28%), formant un ensemble, à vrai dire mal définissable, des entreprises industrielles d'un même type pouvant être, dans les statistiques de deux états, soit décomptées comme abonnées à un réseau public de distribution, soit être classées sous une

autre rubrique. En outre, de l'eau dégradée à titre irrécupérable pour tout usage peut se trouver décomptée comme eau consommée.

Quant aux *autres industries* (c'est à dire centrales thermiques exclues) et aux *centrales thermiques*, elles consomment respectivement 9% et 5% de l'eau consommée en Europe. Dans le cas des centrales thermiques, il s'agit d'un refroidissement obtenu au moins en partie par évaporation dans une tour de réfrigération: la consommation est ici de 15 à 20 fois moindre que les prélèvements qu'exigerait un réchauffement équivalent en circuit ouvert. Au cours des dernières années, on observe une tendance très nette — effet d'une politique volontaire, et qui ne peut que s'accroître dans l'avenir — à un *accroissement des consommations d'eau*.

L'eau évapotranspirée par les cultures, ou évaporée par l'industrie, n'est plus un facteur de pollution pour la partie du cycle de l'eau située plus en aval. Dans le cas où l'eau agit comme agent de refroidissement, son évaporation se traduit en outre par une économie brute considérable des volumes prélevés. On se fera une idée de l'ordre de grandeur des valeurs auxquelles on est actuellement parvenu en disant simplement que les *prélèvements d'eau atteignent pour l'Europe des valeurs annuelles qui dépassent les abondances moyennes réunies du Rhin et du Rhône tandis que la consommation représente à peu près la moitié de l'abondance moyenne du Pô*.

La soif de l'Europe ne se mesure évidemment plus aujourd'hui en verres d'eau...

Notre tableau 2 récapitule, pour l'ensemble de l'Europe, les divers besoins actuels en eau, tant au niveau du prélèvement qu'à celui de la consommation, pour les diverses branches de l'activité. Ses données prennent en compte à la fois les eaux de surface et les eaux souterraines. Il fait bien ressortir la place prioritaire prise par les centrales thermiques dans le premier cas, par l'irrigation dans le second. Les valeurs sont exprimées en km³. année⁻¹. Les chiffres en italique donnent les pourcentages, suivant les cas, des prélèvements ou de la consommation. La ligne inférieure du tableau donne, pour chaque ru-

TABEAU 2

L'UTILISATION DE L'EAU EN EUROPE

Prélèvements et Consommation	Centrales thermiques	Autres industries	Irrigation	Distribution publique	TOTAL
Prélèvements					
km ³	47	30.5	37.3	18.2	133
%	35	23	28	14	100
Consommation					
km ³	1.3	1.8	15.2	6.4	24.7
%	5	7	62	26	100
Consommation Prélèvements	.028	.059	.406	.352	.186

brique d'utilisation, le rapport eau consommée/eau prélevée; c'est pour l'irrigation que ce rapport est le plus fort, mais elle est suivie d'assez près par la distribution publique.

Ces mêmes valeurs, rapportées à la surface totale de l'Europe, peuvent encore être exprimées en millimètres d'eau. Les prélèvements représentent alors quelques 88 mm, soit légèrement plus de 9% de ce que nous avons estimé être la hauteur moyenne des précipitations pour l'Europe et la consommation équivaut à une lame d'eau de 16 mm, soit près de 2% des précipitations. Ces chiffres pourraient paraître réconfortants, sans les énormes distorsions spatiales des distributions de l'eau et de la population, qui font que l'une est rarement abondante là où la densité de l'autre le rendrait souhaitable. A cela, s'ajoute les effets du régime des précipitations, qui fait que sur la France méditerranéenne et sur la quasi-totalité de l'Italie l'eau manque précisément quand la végétation en aurait besoin. Enfin, il faut tenir compte de la variabilité interannuelle des précipitations; que l'on se rappelle, en dernier lieu, la sécheresse ayant affecté l'Europe atlantique au printemps et pendant l'été 1976.

Il est difficile d'estimer les faibles débits de fréquences rares en envisageant l'extension spatiale de l'anomalie. Pour la France (17), G. Castany estime à 200 mm le décile inférieur de la lame d'eau écoulee sur l'ensemble du pays, soit environ 60% de l'écoulement moyen annuel. On peut penser que ce pourcentage s'élève à 80% en Irlande, du fait de la plus faible variabilité interannuelle des précipitations océaniques, mais s'abaisse par contre à 45% en Italie péninsulaire et insulaire. Rapportée aux besoins, ces valeurs minimales sont très faibles. Pour la France, les prélèvements d'eau ont représenté en 1973 l'équivalent d'une lame d'eau de 43 mm, soit déjà plus du cinquième du décile inférieur de l'écoulement. Si l'on descend à des fréquences plus rares, l'on estime qu'une fois ou deux par siècle, en année très sèche, le débit total de tous les cours d'eau français pourrait descendre à moins de 1 000 m³. sec⁻¹, soit un écoulement de quelques 60 mm, excédant de 40% à peine les prélèvements actuels. Ce sont là des chiffres bruts dont il est superflu de souligner la gravité.

Les bilans nationaux. — Notre tableau 3 fait pour chacun des états (le Luxembourg ayant dû être réuni à la Belgique en raison de sa petite taille) le bilan hydrologique dans le cadre de son territoire national. Les entrées et les sorties, par les cours d'eau traversant les frontières, figurent aux colonnes (b) et (g). Le bilan précipitations-déficit dans le cadre de chaque état, occupe les colonnes (c) à (f), la consommation anthropique (e) ayant été, dans la mesure du possible, distinguée du déficit naturel (d) et le terme « écoulement au littoral » (f) comportant la somme des débits des cours d'eau atteignant la mer dans les limites territoriales de chaque état. Tous les termes du bilan sont exprimés en km³. année⁻¹. On a rappelé les superficies (col. a) et les populations (col. h) de chaque état. Enfin, une approximation des disponibilités relatives par tête est donnée, colonne (i), pour les précipitations — rapport (c)/(h) —

(17) D'après Ch.-P. PÉGUÉ, *Une économie méconnue: l'économie de l'eau*, « L'Information Géogr. », Paris, 1977, n° 2, p. 59-65.

TABLEAU 3

LES BILANS HYDROLOGIQUES NATIONAUX EN EUROPE

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(k)(*)
	superficies (1)	entrées (2)	précipi- tations (2)	déficit naturel (2)	consomma- tions (2)	écoulement au littoral (2)	sorties (2)	popula- tions (3)	eau par abitant (4)	(k)(*)
Pays de l'Europe										
Irlande (**) . . .	84	0	90	38.8	0.2	51	0	4.5	20	11.4
Grande-Bretagne (**) . . .	230	0	258	105	2	151	0	51.4	4.7	2.8
Danemark	43	0	33	19.5	0.5	13	0	5.1	6.5	2.6
Rép. Féd. Allemande	246	83*	204	126	2.8	44	114	62.0	3.3	0.7
Pays-Bas	35 (***)	80.5	28	18	0.5	90	0	13.5	2.1	6.7
Belgique et Luxem- bourg	33	6	29	17	0.5	5	12.5	10.4	2.8	0.5
France	547	39	477	296	4.5	172.5	43	52.7	9.0	3.3
Italie	301	2	300	149.5	14	138.5	0	55.4	5.4	2.8
Europe	1519	86	1419	770	25	665	45	258	5.5	2.6
		1505	1505							3.0

(a) à (k), voir texte.

(1), 10⁶ km²; (2), 10⁶ km³ année⁻¹; (3), 10⁶ hab.; (4), 10³ m³ année⁻¹.

(*) Les chiffres en italique considérés comme disponibles la totalité des entrées.

(**) Les îles en tant qu'unités géographiques.

(***) Superficie minorée conventionnellement en raison de la présence des polders.

et, colonne (k), pour l'écoulement disponible, considéré comme la somme de l'eau réellement consommée et de l'écoulement au littoral, soit $\frac{(e) + (f)}{(h)}$.

On voit de suite que la verte Irlande vient en tête des deux classements avec 20 000 m³ d'eau de pluie et 11 400 m³ d'eau écoulee disponible par an et par habitant. La France vient au deuxième rang pour les précipitations, moins en raison de leur niveau élevé — elles varient peu, en moyenne, d'un pays à l'autre — qu'en raison de la faiblesse de son peuplement. Mais pour l'écoulement disponible, tout au moins d'après les normes que nous avons adoptées, ce sont les Pays-Bas qui viennent au second rang, par suite de l'énormité des apports rhénans. L'Allemagne et la Belgique sont les pays les plus défavorisés.

LES PERSPECTIVES 2 000

Deux états ont publié des hypothèses détaillées sur les besoins prévisibles en eau de leurs économies à l'aube du prochain siècle: l'Italie et l'Allemagne Fédérale. La première, par un texte législatif du 6 février 1963 qui fixe en la matière un plan à long terme pour les usages domestiques jusqu'à l'année 2015, avec pour hypothèse à cette date une population italienne s'élevant à 74 millions d'habitants. La seconde par une étude plus globale effectuée en 1972 pour le Gouvernement par le Battelle Institut, étude dont les résultats tendent à être actuellement révisés en hausse. L'Italie envisage surtout de doubler les prélèvements totaux de pointe, pour usages domestiques, qui passeraient de 166 m³. sec⁻¹ à 337 m³. sec⁻¹, les prélèvements globaux tous usages devant plafonner en dessous de 90 km³. année⁻¹, soit une lame d'eau annuelle de 300 mm, contre 153 mm aujourd'hui. En Allemagne, les prélèvements qui représentaient en 1975 une lame d'eau de 122 mm sont estimés devoir atteindre 190 mm en 2000, selon Battelle Institut, des valeurs très supérieures selon des auteurs plus récents. On a avancé le chiffre de 65 km³ d'eau pour les prélèvements

de l'Allemagne de l'an 2000, ce qui représente une lame d'eau de 260 mm, dont les trois quarts réservés, il est vrai, au seul besoin des centrales. Par contre, l'Allemagne prévoit un plafonnement, sinon une baisse, de ses besoins agricoles.

Pour l'ensemble de l'Europe — de Gibraltar à l'Oural — le spécialiste soviétique Sokolov imagine des prélèvements totaux passant de 30 à 70 mm, soit une augmentation de 128%. Une lame d'eau de 70 mm représente déjà, pour l'ensemble de notre continent, *plus du quart de l'écoulement moyen annuel et plus du dixième des précipitations*. Ce sont là, à l'échéance de la fin du siècle, des chiffres déjà redoutables. Dans le cadre de la Communauté, une hypothèse sommaire peut faire estimer que les besoins en eau (prélèvements) doubleront encore en Italie d'ici l'an 2000, tandis qu'ils augmenteraient seulement de 60% dans les autres états membres. Le calcul conduit alors à une lame d'eau uniformément répartie de 93 mm, soit environ déjà plus du 1/5 de l'écoulement moyen, le 1/10 des précipitations moyennes annuelles. Compte tenu de tout ce que nous savons de la très inégale dispersion des hommes et des besoins, comme de la variabilité spatio-temporelle considérable qui caractérise statistiquement les précipitations et l'écoulement, ces chiffres, qui évoquent la situation prévisible pour dans vingt ans à peine, sont graves.

CONCLUSIONS

Ce tour d'horizon était nécessairement incomplet. Certains usages de l'eau ont été omis, tels la navigation intérieure par canaux, qui représentent à vrai dire des consommations d'un ordre de grandeur très faible. Il eût fallu citer aussi les ressources « non conventionnelles », qui échappent au cycle hydrologique naturel, tel que le dessalement de l'eau de mer, rentable en certains sites bien définis ($12 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{année}^{-1}$ en 1970). Mais à côté de cette utilisation encore exceptionnelle, l'eau de mer peut être utilisée directement — et le sera de plus en plus — pour le refroidissement.

L'essentiel reste cependant le cycle de l'eau classique, et, là, l'échéance paraît pouvoir être cernée: *l'Europe aura besoin, d'ici vingt ans, d'intercepter chaque année plus du dixième des précipitations annuelles moyennes qu'elle reçoit.* Compte tenu de l'inégale distribution dans l'espace de la population et de la pluie, des rythmes saisonniers et de la grande variabilité interannuelle de celle-ci, une telle proportion sera en fait contraignante dans un nombre déjà considérable de cas. Des économies s'imposeront à l'ensemble des Européens. Et le drame sera sans doute qu'il s'agira moins d'économies uniformes à répartir sur toutes les branches de l'activité que de restructurations à effectuer pour tenir compte de la qualité des eaux et que de marges à se ménager pour pallier les aléas de la variabilité interannuelle de l'écoulement. C'est ainsi que certains secteurs littoraux, aux eaux marines particulièrement fraîches, constitueraient une meilleure localisation aux grosses centrales exigeantes en frigories plutôt que telles grandes vallées fluviales où les étiages sont à redouter. Ailleurs, certains se scandalisent de voir des usines tirer directement d'une nappe profonde une eau qui serait parfaitement potable, alors que trop de grandes villes épurent à grands frais, pour l'usage domestique, de l'eau prélevée directement en surface. Un effort de planification doit être effectué, qu'il est difficile de ne pas concevoir comme supranational. Et pour l'objet spécifique qui est ici le nôtre, il serait du plus haut intérêt de pouvoir y associer la Suisse, sur le territoire de laquelle prennent naissance le Rhin et le Rhône. Quant à la variabilité interannuelle de l'écoulement, qui ne paraît pas pouvoir affecter simultanément un espace s'étendant de la Sicile aux Shetland, n'est-elle pas de nature à ce que l'Européen dépasse des cadres étroitement nationaux pour que la Communauté fasse preuve de solidarité? La pauvreté hydrologique de l'Europe tient en grande partie, nous l'avons vu, au morcellement de son relief, à ces fleuves qui — au mieux — se tournent le dos, et ne peuvent aucun prétendre à une réelle puissance. Aucun de nos fleuves ne mériterait de figurer parmi les sous-affluents de l'Amazone. Là où

la nature a créé cette divergence de l'hydrologie, il ne reste comme ressource à l'homme que de créer une convergence d'intérêts. Par son union et son imagination.

ALCUNE RIFLESSIONI SULL'ECONOMIA DELL'ACQUA NELL'EUROPA COMUNITARIA. — L'Autore, dopo aver affermato che l'acqua ormai è diventata una vera e propria risorsa economica che diventerà sempre più preziosa in avvenire, descrive brevemente i tipi di bilancio idrologico in Europa, mettendo in evidenza le differenze esistenti fra paesi mediterranei e paesi dell'Europa centro-occidentale. Trattando delle acque fluviali, egli rileva che alcuni fiumi *entrano* nell'Europa comunitaria da paesi esterni mentre altri *escono* verso altri paesi e calcola il bilancio complessivo degli apporti e delle perdite. Descrivendo quindi i prelievi dall'ambiente e i vari tipi di consumo (alimentare, industriale, urbano, ecc.), osserva che i prelievi d'acqua dall'ambiente naturale nell'Europa comunitaria superano annualmente le portate medie del Rodano e del Reno sommate insieme e che il consumo rappresenta circa la metà della portata media del Po; perciò egli conclude dicendo che « la sete dell'Europa ormai non si misura più in bicchieri d'acqua... ». Dopo aver riportato i risultati di studi molto recenti sui consumi idrici in rapporto alla crescita demografica e all'innalzarsi del tenore di vita, l'Autore afferma che all'inizio del XXI secolo l'Europa avrà bisogno di utilizzare oltre un decimo delle precipitazioni medie annue che riceve; ma tenendo conto del fatto che tale utilizzazione incontrerà difficoltà molto grandi, conclude che gli Europei nel prossimo futuro saranno costretti a risparmiare acqua.

SOME OBSERVATIONS ON THE WATER ECONOMY IN COMMUNITARIAN EUROPE. — The Author, after stating that water has now turned a real economic resource which is going to become more and more precious in future, shortly outlines the kinds of hydrological balance in Europe pointing out the present differences between the Mediterranean countries and the ones in Central-Western Europe. In dealing with fluvial waters he notices that some rivers *flow into* communitarian Europe from outside countries while others *flow out* towards other countries and makes a total estimate of the water flowing into and out in terms of profit and loss. Afterwards, in outlining the drawing from the environment and the different kinds of consumption such as the alimentary, industrial and urban ones, he points out that the drawings of water from the natural environment in communitarian Europe exceed yearly the average flow of the Rhone and Rhine summed up and that the consumption corresponds to about a half of the average flow of the Po.

For this reason he ends by saying that «by now the thirst of Europe can be no longer measured in glasses of water...».

After quoting the results of very recent works on water consumptions in reference to the demographic growth and to the rise of the standard of living, the Author states that at the beginning of the twenty-first century Europe shall be in need of utilizing more than a tenth of the yearly average precipitations it receives; but, taking into consideration the fact that said utilization is going to meet enormous difficulties, he ends by drawing the conclusion that in the near future the Europeans shall be compelled to save water.